

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES**



**“Propuesta para el uso, reúso y reciclaje del agua residual en una
vivienda en la localidad de Pinto Recodo - 2012”**

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Bach. PINEDO GONZALEZ, Alin.

ASESOR

Ing. M.Sc. AZABACHE LIZA Irwin.

PERU - 2013.

Nº DE REGISTRO: 06050311

MOYOBAMBA, 14 DE NOVIEMBRE

DEDICATORIA

A mi hija María Fernanda, porque ella es la personita más bella e importante de mi vida, con sus sonrisas logró siempre desaparecer cualquier indicio de tristeza y preocupación que se me presentara durante tan difícil tarea. Ella es mi mayor motivación para alcanzar todo lo que me propongo en esta vida, ahora todo lo que obtenga de mis esfuerzos es y será siempre para tan mágico ser. Sencillamente porque te adoro y así como mis padres están hoy a mi lado, yo estaré contigo incondicionalmente hasta al final de mis días, y más halla... Te Adoro hija mía.

ASÍ MISMO DEDICADO:

A MI MADRE POR SU INAGOTABLE APOYO.

A MI PADRE POR DARME LA LIBERTAD PARA CRECER.

A MI SEÑORA E HIJA, LES DEBO EL CALOR DE HOGAR VITAL PARA PENSAR Y ACTUAR.

A MIS HERMANOS POR SER MIS CÓMPlices.

A LA MEMORIA DE MI ABUELITA POR SUS REZOS.

POR AMOR A ELLOS VALE LA PENA MEJORAR CADA DÍA

PINEDO GONZALEZ

AGRADECIMIENTOS

En realidad es muy difícil agradecer a todas las personas que me apoyaron en esta etapa de mi vida mencionándolas en estas líneas, hay algunos que están hoy día cerca de mí, otros no tanto, pero en esta carrera por cumplir los desafíos siempre hay un sin número de personas, que con palabras, afectos, caricias o tan solo miradas son una guía, una mano amiga que nos ayuda a encontrar la meta de nuestros sueños, son personas que aportan con un grano de arena, a lo mejor sin saberlo a construir un camino y que serán parte de mis recuerdos hoy y siempre.

A todos ellos

Muchísimas gracias, siempre estarán, en mi corazón, en mi mente y en mi espíritu....

“Sentir gratitud y no expresarla es como envolver un regalo y no darlo.”

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMUN	viii
ABSTRACT	ix
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Objetivos	1
1.2.1 Objetivo general	1
1.2.2 Objetivos específicos	1
1.3 Fundamentación teórica	2
1.3.1 Antecedentes de la investigación	2
1.3.2 Bases teóricas	4
1.3.2.1 El tratamiento de aguas residuales domesticas	4
1.3.2.2. Métodos de tratamiento de aguas residuales	6
1.3.2.3. Importancia del tratamiento de las aguas residuales domésticas	8
1.3.2.4 Marco Legal	10
1.3.2.5 Uso del agua	12
1.3.2.6 Bioconstrucción	12
1.3.2.7 Modelo de reúso	13
1.3.2.8 Características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales	14
1.3.2.9 Calidad del agua para riego	19
1.3.2.9.1 Parámetros de calidad del agua	19
1.3.2.10 Ahorro de agua potable en el hogar	21
1.3.2.10.1 Chequeo y mantenimiento de la red de canalización	21
1.3.2.10.2 Empleo de electrodomésticos, grifería y sanitarios bajo consumo	22
1.3.2.11 Método de reúso de agua en una vivienda	23
1.3.2.12 Reúso de agua residual para riego	26
1.3.3 Definición de términos	28
1.4 Variables	30
1.4.1 Variables independiente	30

1.4.2	Variables dependientes	30
1.5	Hipótesis	30
CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO		
2.1	Tipo de investigación	31
2.1.1	De acuerdo a la orientación	31
2.1.2	De acuerdo a la técnica de contrastación	31
2.2	Diseño de investigación	31
2.2.1	Diseño del sistema de aguas grises	32
2.2.1.1	Diseño de trampa de grasa	32
2.2.1.2	Diseño del depósito acumulador	33
2.2.2	Diseño del sistema de riego	38
2.2.3	Consumo del agua en el país	41
2.2.4	Diseño del Sistema de Aguas negras	42
2.2.4.1	Diseño de fosa séptica	44
2.3	Población y muestra	47
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
A.	Técnica	48
B.	Instrumentos	50
2.5	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	51
2.5.1	Alcances y límites a partir de los objetivos	51
2.5.1.1	Alcances	51
2.5.1.2	Límites	52
2.5.1.3	Aporte	52
CAPITULO III: RESULTADOS		
3.1	Proponer especificaciones para el consumo de agua potable a través de la reutilización de aguas residuales domésticas	53
3.1.1-	Presentación de los resultados de los análisis de las aguas de entrada, intermedia y salida del diseño propuesto, que comprenden	57
3.1.1.1	Análisis de los resultados obtenidos de las aguas de entrada, intermedio y salida de la propuesta de diseño	59
3.1.1.2	Análisis acerca de los Modelos de Tratamientos Terciarios Realizados en la práctica, de interés para la presente Tesis	60
3.2	Proponer un sistema que minimice el gasto de agua potable y que permita la reutilización de agua residual, de forma controlada y segura. inversión que se recuperará en un corto plazo	60

3.2.1 Metodologías de recuperación de aguas de uso domésticos	60
3.3 Proponer un sistema de riego para las áreas verdes de la vivienda, reutilizando para ello aguas residuales	63
3.4 Comparar el ahorro del agua con las familias que tienen este sistema y las que no la tienen	64
3.4.1 Consumo de agua en el hogar	64
3.4.2 Prototipos	66
3.5 DISCUSIONES	68
3.6 CONCLUSIONES	69
3.7 RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ÍNDICE DE FIGURAS.	
FIGURA Nº 1: Cobertura de agua potable domiciliar en la ciudad de Pinto Recodo año 2011	9
FIGURA No. 2: Indicadores de la calidad de los servicios del agua potable para la Localidad de Pinto Recodo	22
FIGURA No. 3: Consumo de agua en litros por persona y día en América, zona urbana	24
FIGURA No. 4: Cobertura de saneamiento en la Ciudad de Pinto Recodo. Año 2,010	47
FIGURA N°. 5: Esquema de la Preinstalación y de la Instalación	62
FIGURA N°. 6: Consumo doméstico de agua	65
ÍNDICE DE TABLAS.	
TABLA No. 1: Parámetros de interés en el agua residual municipal	15
TABLA No. 2: Parámetros en el agua residual municipal sin tratar	16
TABLA No. 3: Normas para la calidad del agua potable en Perú	18
TABLA No. 4: Límites máximos permisibles de contaminantes básicos	18
TABLA No. 5: Parámetros de calidad del agua para riego	20
TABLA N°. 6: Tipos de reutilización del agua residual depurada	27
TABLA N°. 7: Cantidad de aguas residuales domésticas por persona al día	34
TABLA N°. 8: Hipoclorito necesario para preparar solución al 0.1%	37
TABLA No. 9: Preocupaciones y problemas que han limitado la adopción	45
TABLA N°. 10 Resultados de la muestra de ingreso al proceso	57
TABLA N°. 11. Resultados de la muestra intermedio del proceso	58
TABLA N°. 12. Resultados de la muestra final del proceso	58

TABLA N° 13. Proporción de consumo de agua en el Hogar	65
TABLA N° 14. Diferencia de Ahorro de agua	66
TABLA N° 15. Datos de entrada	66
TABLA N° 16 Datos de salida esperados	66
INDICE DE IMAGEN	
IMAGEN N° 01 Decantación de sólidos en el inodoro	23
IMAGEN N° 02 Construcción de trampa de grasa	33

RESUMEN

El 40% del consumo de agua potable en un hogar se usa para enjuagar el inodoro, llamado excusado en nuestro país, y otro porcentaje similar en bañarse, por lo que podemos asumir que el 80% del consumo diario lo estamos tirando al drenaje, sin darnos cuenta del daño ecológico y social que estamos provocando. Viendo esta realidad se plantea la siguiente interrogante, “Cómo construir una vivienda aprovechando al máximo el agua mediante su uso, reúso y reciclaje, sin deteriorar el entorno, utilizando un sistema que logre minimizar el gasto indiscriminado de agua potable en actividades y tareas que no requieran tal calidad, para ello se diseña un objetivo de mucha importancia, las cuales plantea proponer especificaciones para reducir el consumo de agua potable a través de la reutilización de las aguas residuales domésticas en una vivienda, bajo condiciones sanitariamente seguras, diseñando así un equipo que permita reutilizar estas aguas grises; en primera instancia reorientando el agua utilizada en bañarse para alimentar los inodoros, y de ahí al drenaje. Esto permitirá ahorro de hasta un 40% de agua potable. El equipo diseñado y que se construirá será adecuado para construcciones nuevas, y se adaptará en la mayoría de las veces a baños ya construidos, de manera económica y que permita que cualquier plomero pueda instalarla.

La metodología aplicada permite especificar que las aguas residuales, principalmente las domésticas se pueden subdividir en aguas negras (procedentes de los inodoros, con materia fecal) y aguas grises (procedentes de lavados en general como: cocinas, lavamanos, duchas, conteniendo detergentes, restos de alimentos, materia orgánica y otros contaminantes). Por lo tanto se propone implementar un sistema de reutilización de aguas residuales doméstica, en donde el agua generada de duchas, lavamanos y lavatrastos sirvan para abastecer el tanque del inodoro y el agua generada de los inodoros sea transportada al sistema de alcantarillado, todo lo anterior de forma controlada y segura.

El agua consumida por duchas, lavamanos, lavatrastos y lavadoras es canalizada hasta el depósito de aguas grises, situado en el lugar más idóneo de la casa. Cuando accionamos el dispositivo de descarga de los tanques de los inodoros y se descarga ésta, la bomba que lleva incorporada el depósito acumulador impulsa las aguas grises para volver a cargar los tanques de los inodoros.

Las aguas grises son conducidas, para luego pasar a un sistema de riego subterráneo en el área de jardinería, con tuberías perforadas que se entierran en el suelo a una determinada profundidad creando un riego por goteo constante. Al momento de implementar este tipo de sistemas se debe de cumplir la forma de operación y mantenimiento presentados para garantizar la sostenibilidad del sistema y a corto plazo no genere mayores problemas.

Los resultados de la caracterización del agua residual depurada a nivel de tratamiento secundario, permiten concluir su total viabilidad técnica para reutilización en los usos no potables investigados, desde que se añadan los tratamientos terciarios recomendados en la propuesta de normativa. La aplicación de la metodología Hernández Muñoz de evaluación de impactos ambientales, ha sido muy eficaz en la definición de los requerimientos de calidad del agua a ser reutilizada y de los tratamientos terciarios exigidos.

ABSTRACT

About 40% of potable water consumption in a home is used to flush the toilet, toilet called in our country, and a similar percentage in bathing, so we can assume that 80% of the daily consumption we are pulling the drain, without realize the social and environmental damage we are causing. Seeing this actually posed the question, "How to build a house maximizing the water through use, reuse and recycling, without damaging the environment, using a system that achieves minimize water indiscriminate spending on activities and tasks that require such, it is designed for a target of much importance, which plans to propose specifications to reduce potable water consumption through the reuse of domestic wastewater in a home, secure sanitary conditions, and designing a computer allow greywater reuse these, in the first instance redirecting bathing water used to feed the toilets, and then to drain. This allows up to 40% of potable water. The team designed and constructed to be suitable for new construction, and will fit in most bathrooms and sometimes built cheaply and allowing any plumber can install.

The methodology specifies that wastewater can be mainly divided into domestic sewage (from toilets with feces) and gray water (from washing in general as: kitchens, sinks, showers, containing detergents, remains food, organic matter and other pollutants). Therefore it is proposed to implement a system of domestic wastewater reuse, where the water generated from showers, sinks and dishwashers serve to supply the toilet tank and the water generated from toilets is transported to the sewage system, all of the above safe and controlled manner.

The water used for showers, sinks, dishwashers and washing machines is piped into the gray water tank, located in the most suitable place in the house. When we activate the discharge device of toilet tanks and discharged it, the pump incorporates the storage tank drives greywater to reload the toilet tanks.

Greywater is conducted, and then move to an underground irrigation system in the garden area, with perforated pipes that are buried in the ground to a certain depth creating a constant drip. When implementing such systems must meet the operational and maintenance presented to ensure sustainability and short-term system does not generate major problems.

The results of the characterization of treated wastewater to secondary treatment level, to conclude its total technical feasibility for reuse in non-potable uses investigated, since the addition of tertiary treatment recommended in the proposed rule. The application of the methodology Hernández Muñoz environmental impact assessment, has been very effective in defining the requirements for water quality to be reused and tertiary treatments required.

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La población de Pinto Recodo se enfrenta con problemas ambientales. Entre los problemas más graves están la falta de agua y la limitación del abastecimiento de la misma. La adquisición de vivienda no sólo encierra el costo de adquirirla, sino el de los servicios públicos (agua, luz, teléfono, electricidad y basura), la adaptación del entorno y el de los espacios verdes.

En la actualidad la mayoría de viviendas construidas, no están diseñadas para evitar en lo posible el desperdicio de agua potable a causa del uso inadecuado de la misma.

Debido a esto, surge la pregunta:

Problema:

¿Cómo serían las especificaciones para aprovechar al máximo el agua mediante su uso, reúso y reciclaje, sin deteriorar el entorno, utilizando un sistema que logre minimizar el gasto indiscriminado de agua potable en actividades y tareas que no requieran tal calidad?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general.

- Proponer especificaciones de diseño y construcción, para reducir el consumo de agua potable a través de la reutilización de las aguas residuales domésticas en una vivienda, bajo condiciones sanitariamente seguras.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Proponer un sistema que minimice el gasto de agua potable y que permita la reutilización de agua residual, de forma controlada y segura. inversión que se recuperará en un corto plazo.
- Proponer un sistema de riego para las áreas verdes de la vivienda, reutilizando para ello aguas residuales.
- Comparar el ahorro del agua con las familias que tienen este sistema y las que no la tienen.

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Antecedentes de la investigación

Los primeros pasos en el campo de la reutilización del agua residual están identificados con la práctica histórica de la evacuación y aplicación del agua residual al terreno. Con la llegada de las redes de alcantarillado en el siglo XIX, las aguas residuales domésticas fueron vertidas al terreno, constituyendo las denominadas "sewagefarms" (granjas de aguas residuales), de las que en 1900 ya existían numerosas tanto en Europa como en Estados Unidos. A pesar de que en principio se utilizaban principalmente para la evacuación de los vertidos, en ocasiones, se utilizaba el agua para la producción agrícola y otros usos beneficiosos.

La reutilización de aguas residuales no es un hecho nuevo, la bibliografía registra experiencia de 1000 años antes de Cristo. Ya en esa época, en la Ciudad de Jerusalén, los colectores de aguas residuales desembocaban en un estanque donde después de una decantación se utilizaba para riego. También antes de nuestra era, en Grecia, se empleaban los vertidos de núcleos urbanos para el riego de parcelas agrícolas (Díaz Illescas)

El uso directo de las aguas residuales en el riego agrícola de áreas próximas a pequeñas y medianas agrupaciones humanas, es una técnica frecuente. Se tiene conocimiento concreto del uso agrícola de las aguas residuales en Bunzlau- Alemania, a mediados del siglo XVI.

En 1859 se utilizaban las aguas residuales en la baja Silesia, y en la Ciudad de Berlín se compraban grandes extensiones de terreno para regarlos con aguas residuales sin tratar, plan que continuó hasta 1935. En Augusta-Estados Unidos, en 1872. En Birmingham-Reino Unido, en 1880. En Melbourne-Australia, en 1893. En la ciudad de México, en 1902. En París, en 1923.

Otra experiencia probada y que data desde 1962 es el complejo de lagunas de San Juan de Miraflores, en Lima- Perú, que han permitido convertir el ecosistema de desierto pobre en ecosistema rico. El área de este complejo es de 400 ha. El tipo de tratamiento es por lagxinaje con cinco lagunas en serie. A partir de la cuarta laguna se cultivan peces. Estudios epidemiológicos, realizados años después del comienzo del proyecto, demuestran que la reutilización de estas aguas en agricultura y piscicultura no producen ningún riesgo sanitario, (Raluy, A. 1991).

En Israel, país semiárido en el norte y árido en el sur, desde 1970 se han puesto en servicio numerosos sistemas de reutilización de aguas residuales urbanas y otros se están diseñando y construyendo. La importancia a nivel nacional que se asigna a la reutilización de aguas usadas, ha estimulado el desarrollo de sistemas innovadores de tratamiento para reutilización y ha generado un nuevo concepto de "tratamiento para fines de riego", que tiende a aprovechar tanto el agua como los fertilizantes (materia orgánica y nutrientes) contenidos en las aguas residuales.

En la actualidad ya se está reutilizando en Israel más de 60% del volumen total de aguas de las redes de alcantarillados urbanos. A través del proyecto de la Región de Dan, se ha demostrado la posibilidad de convertir el Desierto de Negev en un área fértil y productiva para la agricultura, con la reutilización de aguas residuales. La reutilización de esas aguas a escala nacional, a costo relativamente bajo, posibilitó posponer considerablemente las grandes inversiones requeridas para la desalinización del agua del mar, el último recurso de agua disponible de Israel (**Salgot, M.**).

En España hay proyectos de reutilización que datan de los años sesenta (reutilización de las aguas residuales de la Ciudad de Cartagena), pero la mayoría de los planes de depuración y de reutilización se han realizado en los últimos quince años.

En Santa Cruz de Tenerife-España, los planes de reutilización de aguas residuales depuradas son de los años 80. El objetivo de estos planes es reutilizar la mayor parte del agua depurada para regar cultivos y una pequeña parte para parques, campos de golf y realizar limpieza de vías públicas. Los problemas de la reutilización adquieren un carácter muy particular en esa isla por varias razones.

La reutilización implica un alto nivel de contacto entre las personas y el agua depurada, dada la alta densidad de población y el minifundio en la propiedad agrícola. Por otro lado, los cultivos son subtropicales y extremadamente intensivos y la calidad del agua es pobre por lo general, lo que hace que la fertilización y el manejo de los suelos sean temas críticos en los planes de reutilización. No hay tampoco que olvidar, la importancia tan grande que tiene en la isla los problemas medioambientales dada la relevancia del turismo, (**Raluy, A. 1991**).

En consecuencia de sus innegables atractivos de orden ecológica (reciclaje de nutrientes, control de la contaminación ambiental) y económica (economía de abonos, fuente alternativa de agua) hoy la mayoría de los países ya utilizan, de forma habitual, las aguas residuales tratadas para aprovechamiento agrario u otros usos.

1.3.2 Bases teóricas

1.3.2.1 El tratamiento de aguas residuales domesticas

El clima, el paisaje, el turismo y la escasez de los recursos hídricos son características comunes de diferentes países. Sin embargo, una diferencia notable entre ellos es el gran auge que la reutilización de aguas residuales tratadas, ha alcanzado durante las últimas décadas, tanto para el riego de jardines privados y públicos, campos de golf y campos agrícolas, como para refrigeración industrial o recarga de acuíferos costeros, entre otros reúsos (**Ecoaigua**).

En lugar de utilizar agua potable de consumo público, actualmente se están reutilizando aguas residuales tratadas, con una calidad sanitaria y estética similar a la del agua del abastecimiento.

La reutilización del agua es un fenómeno que se produce en el planeta desde que los seres vivos existen sobre él, lo cual se conoce como el Ciclo Hidrológico. El agua evapotranspirada por las plantas se acumula en la atmósfera en forma de vapor de agua, desde donde cae posteriormente sobre el suelo en forma de lluvia, para ser utilizada de nuevo por otros seres vivos (**García Orosco**).

Se estima aproximadamente que en el ciclo del agua, ésta experimenta de 5 a 6 usos antes de evaporarse en el follaje, la tierra, los ríos, lagos y el océano donde se cierra el ciclo hidrológico. En definitiva, la recuperación del agua no es más que una manifestación del proceso cíclico continuo que experimentan los recursos naturales del planeta.

De este modo, un agua empleada es sometida a un tratamiento que le permita alcanzar cierta calidad antes de ser enviada a otra zona para ser aprovechada de nuevo en un uso adicional.

Los altos incrementos de la demanda de agua, con frecuencia en lugares donde son escasos los recursos hídricos, han motivado a dirigirse hacia los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) como una fuente alternativa de recursos hídricos. Una vez sometidos a un proceso adecuado de regeneración, estos efluentes son reutilizados para riego agrícola y de jardinería, para refrigeración industrial, para recuperación ambiental y para recarga de acuíferos, entre otros reúsos, (**García Orosco**).

Por otra parte, la creciente sensibilidad ambiental ha hecho que se establezcan normas de calidad de vertido cada vez más restrictivas (reducir), con lo que ello representa un aumento de los gastos de depuración de las aguas residuales. Puede entenderse así que se llegue al caso en que la reutilización de agua residual tratada, comporte unos gastos inferiores a los de la depuración intensa que se exige para el vertido de efluentes en zonas sensibles dedicadas al turismo, la acuicultura o a la protección ambiental.

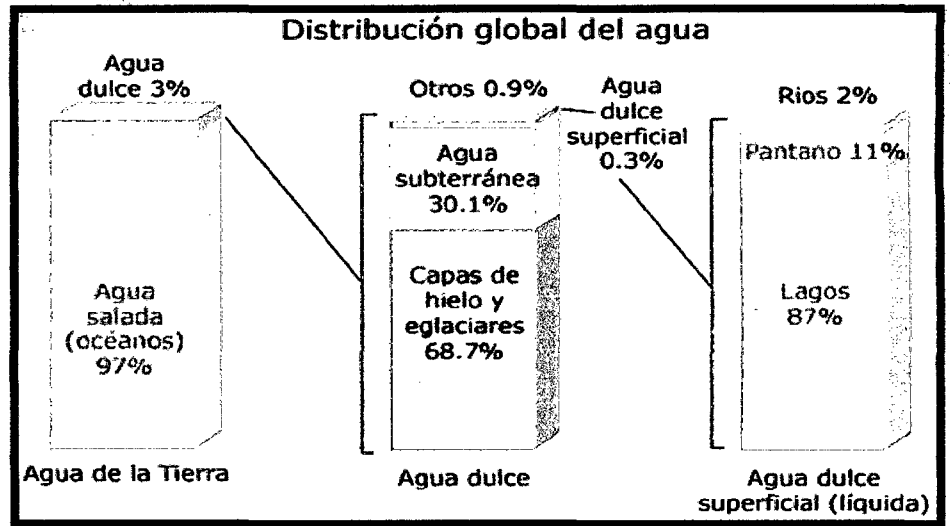
La consideración del agua residual tratada como un subproducto, conlleva diversas exigencias técnicas que pueden resumirse en términos de fiabilidad (garantía) tanto de su calidad como de su cantidad. Esta consideración de producto exige en la práctica una observancia estricta de la calidad del agua residual empleada como materia prima, un diseño adecuado de los depósitos del agua reciclada con criterios de fiabilidad y seguridad, y una operación y mantenimiento de los mismos con una mentalidad propia del que elabora un producto de calidad definida (**Ecoagua**).

Las aguas residuales, principalmente las domésticas se pueden subdividir en aguas negras (procedentes de los inodoros, con materia fecal) y aguas grises (procedentes de lavados en general como: cocinas, lavamanos, duchas, conteniendo detergentes, restos de alimentos, materia orgánica y otros contaminantes). Debido al creciente deterioro del entorno y escasez de agua, se propone un sistema que reúse dichas agua residuales domésticas generadas en la vivienda.

Por lo tanto, se propone implementar un sistema de reutilización de aguas residuales doméstica, en donde el agua generada de duchas, lavamanos y lavatrastos sirvan para abastecer el tanque del inodoro y el agua generada de los inodoros sean desviadas al sistema de alcantarillado de la localidad, todo lo anterior de forma controlada y segura.

En esta investigación se ha propuesto especificaciones para la reutilización de las aguas residuales domésticas en una vivienda. El estudio se realizó únicamente para viviendas individuales de clase media, donde se define como clase media a familias que el ingreso mensual oscila entre S/. 600 a 1500 nuevos soles. Por lo tanto se propondrá la separación de las aguas negras y grises, y con ello efectuar el sistema de reutilización de las mismas y la opción para la creación de riego de áreas verdes. Sin embargo surge aquí una pregunta.

¿POR QUE TRATAR LAS AGUAS RESIDUALES – DISPUTA POR EL AGUA?



Fuente: Nace, Encuesta Geológica de los Estados Unidos

- La agricultura es el mayor usuario a nivel mundial del agua, 70% (90% en algunos países).
- La generación de mayor volumen de agua residuales crudas vertidas a los cuerpos de agua receptores.
- Uso de agua residual doméstica incrementará
 - Crecimiento poblacional
 - Urbanización
 - Cambio climático
 - 10% de la población mundial consume alimentos regados con agua residual doméstica.

1.3.2.2. Métodos de tratamiento de aguas residuales

a) Clasificación:

- Operaciones físicas unitarias: floculación, sedimentación, flotación, filtración, tamizado.
- Procesos químicos unitarios: Precipitación, adsorción y desinfección.
- Procesos biológicos unitarios: métodos donde la remoción se realiza gracias a la actividad biológica. Se usan principalmente para remoción constituyentes orgánicos biodegradables y nutrientes.

b) Niveles de tratamiento:

Nivel de tratamiento	Descripción
Preliminar	Remoción de constituyentes que puedan causar problemas operacionales o de mantenimiento en los procesos de tratamiento y sistemas auxiliares
Primario	Remoción de parte de sólidos y de materia orgánica suspendidos.
Primario avanzado	Remoción intensiva de sólidos suspendidos y materia orgánica, en general llevada a cabo mediante la adición de insumos químicos o filtración
Secundario	Remoción de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos. Se incluye la desinfección.
Secundario con remoción	Remoción de compuestos orgánicos biodegradables, sólidos suspendidos y nutrientes.
Terciario	Remoción de sólidos suspendidos residuales, en general por filtración en medio granular. Se incluye la desinfección y la remoción de nutrientes
Avanzado	Remoción de materiales disueltos o en suspensión que permanecen después del tratamiento biológico convencional. Se aplica cuando se requiere reutilizar el agua tratada o para el control de eutroficación en fuentes receptoras.

c) Aplicación de las operaciones y procesos unitarios

Constituyente	Operación, proceso unitario o sistema de tratamiento
Sólidos suspendidos	Sedimentación, filtración, adición de polímeros químicos, coagulación/sedimentación, procesos naturales (humedales artificiales, tratamiento en el suelo.
Compuestos orgánicos biodegradables	Lodos activados, filtros de lecho de secado, lagunas de estabilización, procesos naturales, reactores de película adheridas (filtros percoladores, contactores biológicos rotatorios) sistemas físico-químicos.
Patógenos	Cloración, radiación UV, procesos naturales, ozonación.
Nitrógeno	Nitrificación/denitrificación (procesos biológicos de película adherida, en suspensión), procesos naturales
Fosforo	Remoción biológica, adición de sales metálicas, coagulación cal/sedimentación, procesos naturales.
Metales pesados	Precipitación química, procesos naturales.

d) Eficiencia típica de tratamiento (%)

Unidad de tratamiento	DBO	DQO	SST
Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65
Lodos activados convencionales	80-95	80-95	80-90
Filtros percoladores	65-80	60-80	60-85
Sistemas anaerobios	68-80	60-80	60-70
Lagunas de estabilización			
• Anaerobias	50-70	-	20-60
• Facultativas	80-90	-	20-60
• Aerobias	80-95	-	85-95

1.3.2.3. Importancia del tratamiento de las aguas residuales domésticas.

1. Es el mayor causante de mortalidad infantil (al rededor 2 niños mueren cada 3 minutos en el Mundo).
2. Provocan más de un millón de casos de gastroenteritis al año más de 1000 muertes anualmente por infecciones hepáticas.
3. Las bacterias y virus mortales encuentran el hábitat perfecto para su proliferación en las aguas sin tratamiento, como el cólera, hepatitis, etc.
4. Provocan contaminación con daños irreversibles al océano, ríos y lagunas de nuestro país.
5. Provocan grandes pérdidas económicas ambientales no cuantificadas al país, sobretodo gastos en salud. (proliferación de farmacias).

Además de ello generalmente al construir se piensa poco en la disposición de las aguas residuales, por este motivo se suele recurrir a referencias de última página, en los manuales de construcción o se enfrenta uno a una variedad de recetas y métodos en los que no existe una verdadera comprensión de los procesos que se promueven y que se presentan como soluciones infalibles. Por otra parte algunos sistemas bien diseñados para condiciones específicas medioambientales no se adaptan a otras condiciones o son interpretados y adaptados de manera poco escrupulosa (**Mayorga**).

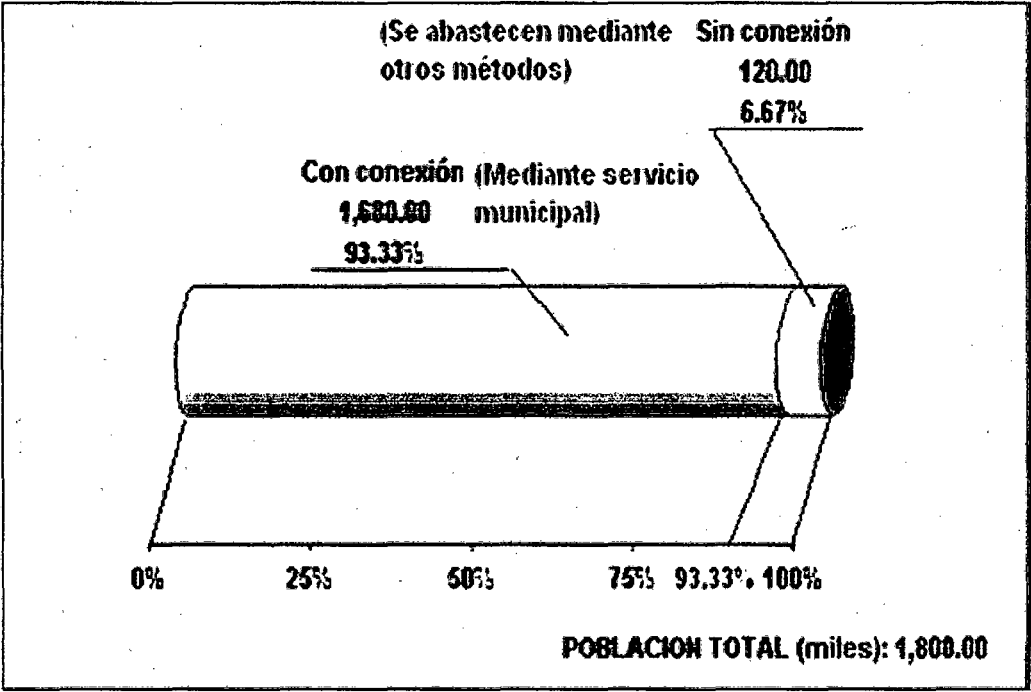
Es importante comprender que el sistema de tratamiento más adecuado debe ser el que considere las condiciones específicas del medio ambiente e incluso de las culturales. La instalación de los sistemas de tratamiento no solo debe contemplar eficacia en sí de la depuración, sino también debe

analizar la relación de los elementos circundantes, las necesidades particulares, el costo, el mantenimiento, el rechazo, y la utilización o disposición de los sub productos de la depuración.

El agua ha sido tema de interés debido al papel vital que este recurso juega en la vida humana y su creciente escasez para abastecer los servicios requeridos.

Como se puede ver en la Figura No. 01 se muestra la cobertura de agua potable en la ciudad de Pinto Recodo, específicamente en el área urbana, donde se observa que solo el 93.33 % tiene conexión mediante el servicio municipal.

Figura N° 01: Cobertura de agua potable domiciliar, en la ciudad de Pinto Recodo año 2011



Fuente: Municipalidad Distrital Pinto Recodo-Servicios Públicos

Según García (1982), en su publicación sobre “El reuso del agua y sus implicaciones”, señala que se ha incursionado en una fase de mayor alcance al enfocarse al reuso del agua. La razón es sencilla: el aumento en el uso de agua potable (término que significa agua con niveles de calidad para el consumo humano) para otros fines, por ejemplo, el riego de prados y jardines. En Regiones en donde el agua es escasa, no es posible que se sigan desarrollando los centros urbanos, con

el aumento en la actividad humana e industrial correspondiente, sin tener que recurrir a grandes inversiones en obra de infraestructura hidráulica para cubrir la demanda de una manera sustentable.

Aparte de agotar todos los recursos tecnológicos a nuestro alcance para disminuir el uso de agua en el hogar y en las actividades comerciales e industriales, es necesario pensar en esquemas que permitan el buen uso del agua en las ciudades; es decir, reutilizar el agua, que de otra manera se convertiría en agua residual, tantas veces como sea posible mediante tratamientos adecuados. Con estos esquemas, que no son nuevos pero que hasta ahora han sido apenas incipientes, se podría utilizar agua de menor calidad en actividades que así lo permitan y con ello liberar la de alta calidad sólo para consumo humano u otros usos especializados.

1.3.2.4 Marco Legal

- LEY N° 29338, LEY DE RECURSOS HÍDRICOS, Artículo 82°.- Reutilización de agua residual. La Autoridad Nacional, autoriza el reúso del agua residual tratada, con opinión del Consejo de Cuenca, el titular de una licencia de uso de agua está facultado para reutilizar el agua residual que genere siempre que se trate de los mismos fines para los cuales fue otorgada la licencia. Para actividades distintas, se requiere autorización.
- D.S. N° 001-2010-AG, Reglamento de la ley de recursos hídricos
TÍTULO V; Capítulo vii: reúso de aguas residuales tratadas
 - ✓ Artículo 147°.- Reúso de agua residual
 - ✓ Artículo 148°.- Autorizaciones de reúso de aguas residuales
 - ✓ Artículo 149°.- Procedimiento para el otorgamiento de autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas
 - ✓ Artículo 150°.- Criterios para evaluar la calidad del agua para reúso
 - ✓ Artículo 151°.- Plazo de vigencia de las autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas
 - ✓ Artículo 152°.- Del control del reúso de las aguas residuales
- D.S. N° 001-2010-AG, Reglamento de la ley de recursos hídricos

- ✓ Artículo 148°.- Autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas Podrá autorizarse el reúso de aguas residuales únicamente cuando se cumplan con todas las condiciones que se detallan a continuación:
 - a. Sean sometidos a los tratamientos previos y que cumplan con los parámetros de calidad establecidos para los usos sectoriales,
 - b. Cuenten con la certificación ambiental otorgada por la autoridad ambiental sectorial competente, que considere específicamente la evaluación ambiental de reúso de las aguas.
 - c. En ningún caso se autorizará cuando ponga en peligro la salud humana y el normal desarrollo de la flora y fauna o afecte otros usos.
- D.S. N° 001-2010-AG, Reglamento de la ley de recursos hídricos
 - ✓ Artículo 149°.- Procedimiento para el otorgamiento de autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas
 - 149.1. La Autoridad Nacional del Agua establece los requisitos y aprueba el procedimiento para el otorgamiento de autorizaciones de reúso.
 - 149.2. El titular de un derecho de uso de agua está facultado para reutilizar el agua residual que genere siempre que se trate de los mismos fines para los cuales fue otorgado su derecho. Para actividades distintas requiere autorización.
- D.S. N° 001-2010-AG, Reglamento de la ley de recursos hídricos
 - ✓ Artículo 150°.- Criterios para evaluar la calidad del agua para reúso. Las solicitudes de autorización de reúso de aguas residuales tratadas serán evaluadas tomándose en cuenta los valores que establezca el sector correspondiente a la actividad a la cual se destinará el reúso del agua o, en su defecto, las guías correspondientes de la Organización Mundial de la Salud.
- Directrices de la OMS para el uso de aguas residuales en agricultura

1.3.2.5 Uso del agua

Dependiendo de la complejidad de la actividad urbana y de las fuentes de abastecimiento disponibles las cuales pueden ser de origen subterráneo o de origen superficial, en general, el agua se introduce a un sistema de abastecimiento de agua potable que consiste en: obras de captación, un proceso de potabilización, tubería de conducción, tanques de almacenamiento y tubería para la red de distribución.

También el sistema de agua potable puede ser alimentado por medio de un pozo, en el cual la mejor forma de extraer el agua es mediante una bomba.

Por lo tanto el agua está lista para ser consumida en los hogares, comercio e industria, para luego ser canalizada mediante un sistema de drenaje por medio de una conexión domiciliar y con ello realizar un tratamiento del agua residual previa a ser descargado al cuerpo receptor (suelo, río, lago, etc.), o por aplicación directa al suelo.

Otra forma de saneamiento domiciliar es la conexión directa a una fosa séptica en donde se genera el tratamiento y luego es descargado al cuerpo receptor o al suelo.

1.3.2.6 Bioconstrucción

Según Fundación Tierra (1994), en su publicación sobre la “Bioconstrucción, Gestión del Agua”, se dispone de múltiples tecnologías para el ahorro de agua. La instalación de reductores de caudal permite reducir el flujo de agua manteniendo su presión.

Pueden instalarse en las duchas, aunque también se instalan fácilmente en cualquier grifo sustituyendo el filtro y/o el difusor y los tanques con regulación del caudal también permiten un ahorro de agua considerable. Sin embargo, los inodoros de compostaje (elaboración de una capa superficial del suelo, obtenida artificialmente por descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos) constituyen una alternativa mucho más radical.

Los inodoros de compostaje facilitan con una buena aireación el trabajo de bacterias que transforman las heces y parte de los orines en compuestos fertilizantes sin más necesidad que una ventilación forzada para que no se produzcan putrefacciones sin aire.

Existen varios tipos de estos inodoros, algunos de los cuales utilizan pequeñas cantidades de agua. Los inodoros de compostaje evitan las aguas negras y proveen de un producto útil para enriquecer con abono a la tierra. En estos inodoros el agua de los orines se vaporiza en el propio proceso de descomposición. A pesar de las ventajas de estos equipos su adopción choca con barreras culturales.

En la naturaleza no existen residuos porque los desechos de una especie constituyen el alimento de otra. La bioconstrucción utiliza este principio para depurar las aguas residuales (negras y grises) y devolverlas para su reutilización (**Mujeriego**).

Los sistemas de depuración natural por humedales se fundamentan en los procesos de autodepuración de los ecosistemas acuáticos: lagunas, ríos, graveras, cascadas, etc, imitándolos y recreándolos en un espacio controlado y con un funcionamiento más intensivo, según las necesidades de los habitantes de la vivienda y del entorno. Estos sistemas se caracterizan por instaurar una gran diversidad biológica.

Este sistema reduce la materia orgánica del agua, que es digerida por microorganismos anaeróbicos y posteriormente aeróbicos; los nutrientes, que son asimilados por animales y plantas; y los patógenos, que quedan reducidos en un 99%.

De esta manera, se devuelven las aguas al medio con unas óptimas condiciones, para que puedan ser absorbidas por la naturaleza sin interferir en el curso natural del agua (**Fundación Tierra, 1994**).

1.3.2.7 Modelo de reúso

En estas circunstancias, la idea de la reutilización convierte el gasto en tratamientos en una inversión productiva, pues en lugar de desechar el agua residual, es posible retornar al proceso productivo una fracción del agua residual tratada para que sea acondicionada apropiadamente para su reutilización.

Este hecho tiene un efecto benéfico desde el punto de vista del consumo de agua potable. Al reusar agua residual tratada, las necesidades de entrada al proceso disminuyen y, por lo tanto, también la cantidad descargada.

Esto trae consigo una cadena de ahorros derivados de varios hechos: primero, por estar consumiendo menos agua del

servicio municipal; segundo, por disminuir el gasto de tratamiento (generalmente proporcional al volumen de agua); tercero, por la disminución en el tamaño del tratamiento final para descarga y, por último, por la posibilidad de utilizar el agua para otros usos o usuarios (**García, 1982**).

Aunque es necesario encontrar la tecnología apropiada que alcance el nivel de eficiencia requerido, es posible, en la mayoría de los casos, encontrar esquemas de tratamiento orientados al reúso que sean rentables, en los cuales se logren ahorros considerables por un menor consumo de agua fresca.

En la medida que la tecnología avance y los precios reales del agua se incrementen con el tiempo, el esquema de reutilización se volverá cada vez más atractivo, según **García (1982)**.

El agua potable es a menudo un recurso escaso y susceptible de contaminación por las aguas negras (procedentes de los inodoros y cargadas con materias fecales) y grises (procedentes de cocinas y lavamanos, cargadas con detergentes y restos de alimentos y materia orgánica).

La reutilización, la depuración mediante cadenas tróficas y el retorno al medio ambiente en óptimas condiciones son los principios que rigen la gestión del agua en la bioconstrucción.

1.3.2.8 Características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales.

La composición del agua residual se refiere a las propiedades físicas y a los componentes químicos, biológicos y microorganismos patógenos de origen fecal del agua residual; parámetros importantes para el proyecto y explotación de las instalaciones de recogida, tratamiento y vertido, así como para la gestión técnica de la calidad ambiental, según **Mujeriego (1990)** y **Metcalf y Eddy (1991)**.

En el agua residual los parámetros de interés que se observan son los presentados en la siguiente tabla:

TABLA No. 1: Parámetros de interés en el agua residual municipal.

COMPONENTE	PARAMETRO DE CALIDAD	DESCRIPCION
Materia en suspensión	Materia en suspensión, incluyendo la porción volátil y la inorgánica	La materia en suspensión puede dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratamiento a un medio acuático. Una cantidad excesiva de materia en suspensión puede obstruir el sistema de riego.
Materia orgánica biodegradable	Demanda bioquímica de oxígeno, demanda química del oxígeno	Estas sustancias están compuestas principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas. Una vez vertidas en el medio ambiente, su descomposición biológica puede dar lugar al agotamiento del oxígeno disuelto en las aguas receptoras.
Patógenos	Organismos indicadores (C.T y C.F)	Los organismos patógenos presentes en un agua residual, tal como bacterias, virus y parásitos, pueden producir numerosas enfermedades transmisibles.
Elementos nutritivos	Nitrógeno, Fosforo y potasio	El nitrógeno, el fósforo y el potasio son elementos nutritivos esenciales para el crecimiento de las plantas y su presencia en el agua aumenta el valor para el riego. Cuando se vierte nitrógeno o fósforo en el medio acuático, puede darse el desarrollo de formas de vida acuáticas indeseables
Substancias orgánicas estables	Compuestos específicos, como fenoles, pesticidas e hidrocarburos clorados.	Estas sustancias orgánicas ofrecen gran resistencia a los métodos convencionales de tratamiento de agua residual. Algunas son tóxicas en el medio ambiente y su presencia puede limitar la idoneidad de las aguas residuales para riego.
Actividad del ion hidronio	Potencial de hidrógeno (pH)	El pH del agua residual afecta a la solubilidad de los metales así como a la alcalinidad del suelo. El intervalo normal para el pH de un agua residual municipal se sitúa entre 6.5 y 8.5 la presencia de agua residual industrial puede modificar el pH
Metales Pesados	Elementos conocidos como (Cd), (Zn), (Ni)	Algunos metales pesados se acumulan en el medio ambiente son tóxicos para los animales y las plantas.
Sustancias inorgánicas disueltas	Materia disuelta total, conductividad eléctrica, Cloro	Un grado excesivo de salinidad puede perjudicar ciertos cultivos. Determinados iones como los cloruros, el sodio y el boro son tóxicos para ciertas plantas. El sodio puede causar problemas de permeabilidad en los suelos.
Cloro residual	Cloro libre y cloro Combinado	Una concentración excesiva de cloro libre, superior a 0.05 mg/l, puede provocar quemaduras en las puntas de las hojas y estropear algunas especies de plantas sensibles. No obstante, la mayor parte del cloro presente en un agua residual es cloro combinado, que no perjudica a las plantas

Fuente: Elaboración Propia con datos de Mujeriego (1990) y Metcalf y Eddy (1991).

La composición del agua residual viene definida por las cantidades reales de los componentes físicos, químicos y biológicos presentes en ella y puede variar según la composición del agua de cada población.

Los valores típicos que estos parámetros toman en el agua residual municipal bruta (sin tratar) son los presentados en la Tabla No. 2.

Esta tabla presenta datos típicos de los constituyentes encontrados en el agua residual doméstica. Según las concentraciones de estos constituyentes, el agua residual se clasifica en alta, media o baja. Estos datos pretenden sólo servir de guía y no como base de proyecto ya que las concentraciones varían con la hora del día de la semana, el mes del año y otras condiciones locales.

TABLA No. 2: Parámetros en el agua residual municipal sin tratar.

COMPONENTE	Intervalo De Concentraciones		
	ALTA	MEDIA	BAJA
Materia sólida, (mg / L)			
1. Disuelta total	1200	720	350
Inorgánica, (mg / L)	525	300	145
Orgánica, (mg / L)	325	200	105
2. En suspensión	350	220	100
Inorgánica, (mg / L)	75	55	20
Orgánica, (mg / L)	275	165	80
Sólidos Sedimentables, (mg / L)	20	10	5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) a 20°C, (mg / L)	400	220	110
Carbono orgánico total, (mg / L)	290	160	80
Demanda Química de Oxígeno (DQO) , (mg / L)	1000	500	250
Nitrógeno, (mg / L)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo, (mg / L)	15	8	4
Orgánico	5	3	1
Inorgánico	10	5	3
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad, (mg / L)	200	100	50
Grasa, (mg / L)	150	100	50

Fuente elaboración propia con datos de EPS – Moyobamba

Los parámetros presentados son los que se analizan con mayor frecuencia; antes se creía que eran suficientes para caracterizar el agua residual pero a medida que aumentó el conocimiento de la química y de la microbiología del tratamiento de agua residual se ha puesto de manifiesto la importancia de realizar análisis adicionales de algunos metales (necesarios para el crecimiento de ciertos microorganismos: Calcio (Ca), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Magnesio (Mg) y Zinc (Zn)), presencia o ausencia de sulfuro de hidrógeno (para investigar condiciones corrosivas, precipitación de metales, etc.), (Metcalf y Eddy, 1991).

La calidad de un agua residual se determina normalmente con parámetros globales de contaminación como lo son la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO). Pero estos no son los parámetros de calidad que toman mayor importancia cuando se trata de utilizar el agua residual como agua de riego sino aquellos elementos químicos que afectan al crecimiento de las plantas o a las propiedades del suelo.

En este contexto el principal parámetro de calidad es el contenido de sustancias inorgánicas o minerales disueltas que, además, no experimenta una variación importante en la mayoría de procesos de tratamiento de agua residual.

Además de los parámetros físicos y químicos presentados en el agua residual municipal, contiene microorganismos patógenos de origen fecal, tal como bacterias, virus, protozoos y gusanos parásitos.

Debido al alto número de microorganismos patógenos presentes tanto en el agua como en el agua residual, y de la dificultad práctica para determinarlos, se usan bacterias del grupo coliforme (ver Tabla No. 3) mucho más numerosas y fáciles de determinar, como indicadoras de la presencia de enteros patógenos en el afluente tratado y en el agua regenerada.

La presencia de coliformes fecales en una agua se considera como indicación de la posible presencia de microorganismos patógenos, mientras que la ausencia de coliformes se considera como indicación que el agua está libre de microorganismos patógenos (Mujeriego, 1990).

TABLA No. 3: Normas para la calidad del agua potable en Perú.

PARÁMETRO	UNIDAD	OMS	PERU
Año		1995	2010
Origen		Valores guía	NGO 29001
Microbiológicos			
Coliformes fecales o <i>E. coli</i> (CF)	CF/100 mililitros	0	< 2,2
Coliformes totales (CF)	CF/100 mililitros	0	< 2,2
Bact. heterotróficas	CF/100 mililitros	-	-

Fuente: Elaboración Propia con datos de CEPIS (2010)

Según el Acuerdo Gubernativo No. 13 (2,003), en su publicación del “Reglamento de la Calidad de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores”, los parámetros físicos, químicos y biológicos que deberán ser determinados en las aguas residuales para ser vertidos en un cuerpo receptor se presentan en la Tabla No. 4:

TABLA No. 4: Límites máximos permisibles de contaminantes básicos

PARÁMETRO	RÍOS	EMBALESES NATURALES Y ARTIFICIALES	AGUAS COSTERAS	SUELO	HUMEDALES NATURALES
Temperatura °C	±7	±7	±7	NA	±7
Grasas y Aceites, (mg/L)	15	15	15	15	15
Materia Flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos Sedimentables, (mg/ L)	1	1	1	NA	1
Sólidos Suspendidos Totales, (mg / L)	60	40	75	150	75
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5),(mg/L)	100	40	100	230	75
Demanda Química de Oxígeno (DQO), (mg/L)	200	100	200	250	150
Nitrógeno Total, (mg / L)	40	30	15	80	NA
Fósforo Total, (mg / L)	20	10	10	18	NA

Fuente: elaboración propia con datos de CEPIS 2010

Para determinar la contaminación por patógenos se tomó como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a cuerpos receptores, así como las descargas vertidas a suelo es de 1,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 mililitros, según CEPIS.

1.3.2.9 Calidad del agua para riego

Según Mujeriego (1990), en su publicación “Manual Práctico de Riego con Agua Residual Municipal Regenerada. Calidad de un Agua de Riego”, el tipo de agua que se utilice como agua de riego tiene dos efectos importantes, a corto plazo influye en la producción y a largo plazo ciertas aguas pueden perjudicar el suelo.

Sea cual fuere el origen del agua debe de cumplir la calidad que se exige a un agua de riego natural y únicamente en ciertas situaciones o para ciertas producciones pueden variarse los márgenes establecidos, siempre que no afecte las propiedades del suelo.

Para la evaluación de la calidad de un agua de riego se han desarrollado índices empíricos que suponen una guía práctica y de uso generalizado. Esta evaluación no requiere el grado de precisión analítica propio de un estudio de investigación, se trata de obtener una indicación de los posibles problemas a tener en cuenta en la toma de decisiones, según Mujeriego (1990).

1.3.2.9.1 Parámetros de calidad del agua

El conjunto de parámetros a considerar en la evaluación de la calidad del agua para riego, han de contemplar el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que definen su buen uso. Habitualmente las determinaciones que se realizan al agua de riego se observan en la Tabla No. 5:

TABLA No. 5: Parámetros de calidad del agua para riego.

Parámetro de Calidad Usual	Símbolo	Unidad	Intervalo
SALINIDAD			
Contenido en sales	CEa a 25°C	(uS/cm)	0 – 3000
Conductividad eléctrica	MDT	(mg / L)	0 – 2000
Material disuelta total			
Cationes y Aniones	Ca ²⁺	(mg / L)	0 – 400
Calcio	Mg ²⁺	(mg / L)	0 – 60
Magnesio	Na ⁺	(mg / L)	0 – 900
Sodio	CO ₂ -3	(mg / L)	0 – 3
Carbonatos	HCO ₃ -	(mg / L)	0 – 600
Bicarbonatos	CLSO ₂ -	(mg / L)	0 – 1100
Cloruros	4	(mg / L)	0 – 1000
Sulfatos			
Diversos	B	(mg / L)	0 – 2
Boro	pH	(mg / L)	6.5 – 8.5
Ion Hidronio			

NOTA: (uS/cm) = Micro Siemens por centímetro

REF: **Mujeriego (1990).**

Los datos presentados son, en principio, suficientes para evaluar la idoneidad de un agua para riego y tener en cuenta los posibles problemas que esta agua pueda causar al suelo o a las plantas. En algunos casos cuando se sospecha de una anomalía en el agua es importante la determinación de otros parámetros como: el contenido en metales pesados y boro (por su incidencia en la cadena trófica y su alta toxicidad), los sólidos en suspensión (pueden condicionar el tipo de riego), los detergentes (para evitar problemas en las conducciones y en las superficies activas del suelo); si se realiza la preparación de soluciones nutrientes, para la fertirrigación, se han de analizar además de los iones habituales otros como: hierro, manganeso, cobre, nitratos y fosfatos, a fin de tener en cuenta sus concentraciones en el agua de riego.

A la vez es importante realizar análisis adicionales que contemplen los siguientes parámetros:

1. Elementos nutritivos (mg/L) Nitratos, amoníaco, nitrógeno orgánico, potasio, nitrógeno total, fósforo ortofosfato, fósforo total.
2. Cloro residual (mg / L)

3. Microelementos:

- Aluminio, arsénico, bario, cadmio, cromo, cobre, fluoruros, hierro, plomo, litio, manganeso, mercurio, níquel, selenio, plata, Vanadio y Zinc.
- Antimonio, berilio, cobalto, molibdeno, talio, estaño, titanio y tungsteno (este segundo grupo sólo si se sospecha su presencia).

El análisis de los microelementos es interesante realizarlo una vez antes del inicio de las operaciones de riego y posteriormente para realizar un seguimiento periódico de aquellos elementos presentes en cantidades importantes y significativas (Mujeriego, 1990).

1.3.2.10 Ahorro de agua potable en el hogar

El ahorro de agua potable en el hogar es fundamental para economizarla en cualquier comunidad. Sobre todo en zonas donde el servicio o suministro público de agua suele ser costoso y algunas veces irregular y de calidad variable.

Como se puede observar en la Figura No. 2 se muestra los indicadores de la calidad del servicio del agua potable en la Localidad de Pinto Recodo, específicamente en el área Urbana.

Existen una serie de técnicas y tecnología muy sencilla para lograr ahorros importantes de agua, sin afectar la calidad de vida de los consumidores. Una de las principales, es la que propone una medición eficiente del consumo en cada inmueble:

1.3.2.10.1 Chequeo y mantenimiento de la red de canalización:

Según CEPIS (2004) las pérdidas desde el lugar de abastecimiento de agua hasta la vivienda pueden llegar a ser de hasta el 35% del agua canalizada, lo cual es debido a una mala lectura del contador correspondiente o a conexiones ilícitas.











Según Agrodesierto (1999), en su publicación sobre “Investigación, Conservación y Desarrollo de Zonas Áridas, Programas Tecnológicos”, las causas del

deterioro de la red son varias, pero van desde conexiones mal realizadas, tuberías agrietadas, pequeños movimientos de tierras, flotadores que no funcionan, llaves en mal estado, etc. En el hogar también se producen estas pérdidas, pero en este caso no sólo afectan a la economía doméstica sino a la integridad de las edificaciones (humedades, mohos, manchas, etc.) y a la calidad de vida.

1.3.2.10.2 Empleo de electrodomésticos, grifería y sanitarios de bajo consumo:

Los ahorros con el empleo de estos elementos pueden oscilar entre un 25 - 40%. Estos elementos se hallan poco difundidos y deberían ser no sólo más conocidos, sino de instalación obligatoria, especialmente la grifería, que cuesta muy poco comparado con las utilizadas comúnmente y permite ahorros importantes (Agrodesierto, 1999).

FIGURA No. 2: Indicadores de la calidad de los servicios del agua potable para la Localidad de Pinto Recodo.

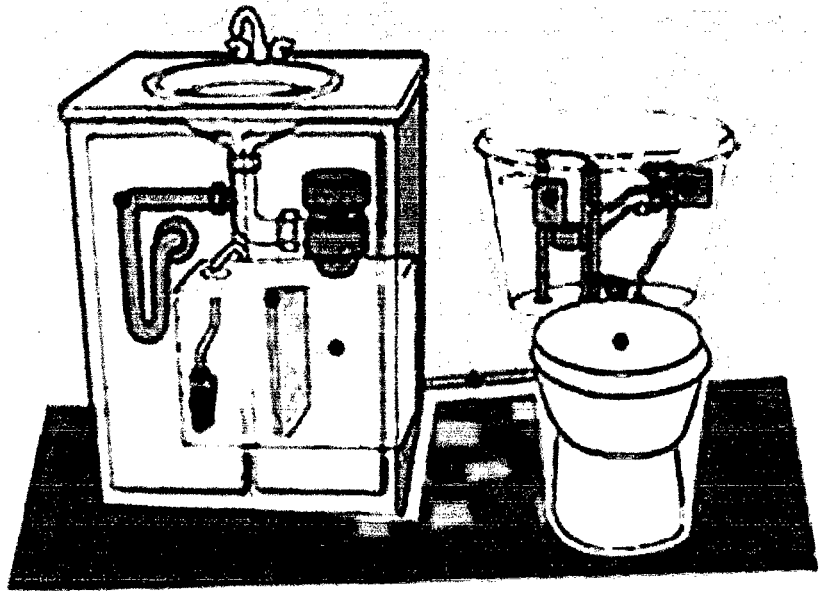
	Agua potable distribuida a través de la red: ➡ 604.8 m ³ / día
	% de agua no contabilizada ➡ 43
	% de agua perdida por fugas ➡ 35
	Producción per cápita total ➡ 280 l/per cápita/ día
	% viviendas con medidores ➡ 00
	% medidores reemplazados en el año ➡ 00
	Calidad del agua potable: (% de pruebas microbiológicas, químicas, físicas, estáticas que infringen normas nacionales / total pruebas) ➡ n/d
	% agua potable a través de la red de distribución que se desinfecta efectivamente ➡ 68
	% de población servida por sistemas de distribución de agua potable intermitente ➡ 40
	Número típico de horas por día de suministro de agua potable ➡ 4

Fuente. ODL-MA Pinto Recodo

1.3.2.11 Método de reúso de agua en una vivienda

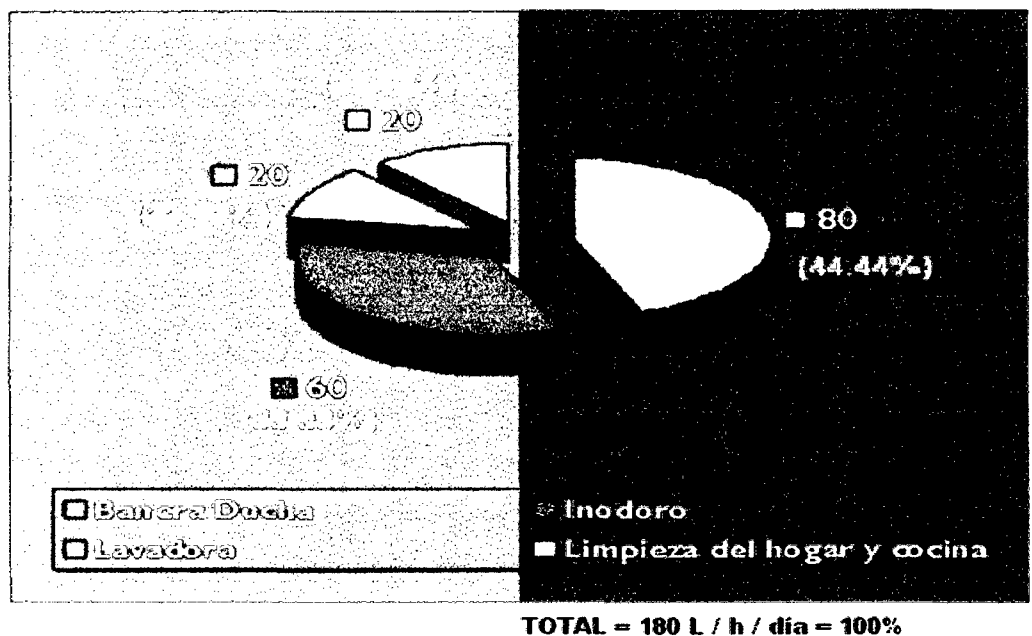
Es un método muy sencillo, pero requiere de previsión al momento de diseñar, rehabilitar o modificar una vivienda, como se observa en la imagen N° 01, en la cual el lavamanos ha sido diseñado para almacenar agua que pueda ser reutilizada en el inodoro. Sabiendo además que una persona consume entre 20 m³ y 25 m³ cada año de agua potable en el tanque del inodoro.

Imagen N° 01 Modelo de reúso de agua residual



Hay muchas maneras de reutilizar una parte del agua del abastecimiento, y una de las viables es simplemente reutilizar el agua de la ducha y lavamanos para emplearla en el tanque del inodoro. El tanque utiliza, comúnmente, agua potable (ver Figura No.3), regularmente consume de 6 a 8 litros (depende del tipo de taza sanitaria utilizada). Reutilizando el agua de la ducha y lavamanos para su empleo en el tanque se pueden ahorrar aproximadamente quinientos litros a la semana, ya que más de un tercio del agua que se utiliza es para el inodoro (Ecoaigua, 1999)

FIGURA No. 3: Consumo de agua en litros por persona y día en América, zona urbana.



El agua de las duchas, bañeras y lavamanos se puede reutilizar para el tanque del inodoro, donde las aguas grises son almacenadas en un depósito acumulador y por medio de tubería de PVC el agua es conducida para la alimentación del tanque del inodoro. En la reutilización de aguas grises se necesita una mayor seguridad en su manipulación, por lo que se recomienda la depuración físico – químicas de las aguas procedentes de duchas, lavamanos y bañeras, donde por medio de una malla fina sirva como tamiz para no permitir el ingreso de sólidos y con la aplicación de cloro se desinfecte el agua del depósito ya que se encuentra contaminada. Hay muchas formas de instalar un sistema de reutilización de agua, la viable energéticamente es aquella que permite prescindir de bombas aprovechando la misma presión del agua, para esto el depósito acumulador y el tanque del inodoro han de estar ubicados a diferentes niveles, o bien se puede aprovechar el agua de un piso superior.

En el caso en que no se tenga esta diferencia de altura, o sea una vivienda de un solo nivel, es necesario utilizar una bomba la cual permitiría subir el agua del depósito al segundo nivel o distribuirla en todo el nivel inferior. Por lo tanto es imprescindible un depósito de

almacenaje intermedio, un filtro sencillo (para pelos y otros posibles restos) y un sistema que permita al tanque tomar agua limpia en caso de necesidad.

Esto último se puede conseguir disponiendo una entrada de agua regulada con una llave de paso en el tanque del inodoro o bien mediante una simple llave regulada con flotador en el interior del depósito acumulador. La recogida o almacenaje de las aguas procedentes de duchas, bañeras, lavatrastos y lavadoras para su reutilización en los tanques de los inodoros, consigue un ahorro aproximado entre el 35 y el 45% del consumo normal (es necesario tener en cuenta la estructura de la unidad familiar, es decir, la cantidad de personas que forman la familia).

El agua consumida por duchas, bañeras y lavadoras es canalizada hasta el depósito de aguas grises, situado en el lugar más idóneo de la casa, como se puede ver en la propuesta del diseño del depósito acumulador este lugar sería una bodega o por falta de espacio podría ir enterrado en el jardín. Cuando se acciona el dispositivo de descarga de los tanques de los inodoros y se descarga ésta, la bomba que lleva incorporada el depósito acumulador impulsa las aguas grises para volver a cargar los tanques de los inodoros.

La mejor forma de poder adaptar estos sistemas es en viviendas en construcción ya que ello permite prever las necesidades de preinstalación. En viviendas construidas, es necesario considerar las características específicas de dichas viviendas para poder aconsejar la instalación de los sistemas de reutilización de aguas grises (**Salazar**).

Las posibles incompatibilidades con instalaciones antiguas se basan en la posibilidad de poder instalar la doble canalización para las aguas grises. En este sentido se aconseja la evaluación de la instalación como cualquier otro tipo de instalación de fontanería.

En caso de una reforma es necesario plantearse las posibilidades que ofrece nuestra vivienda para instalar los sistemas de reutilización de aguas grises. Las aguas negras procedentes de inodoros, son conducidas a una fosa séptica, para luego pasar a un sistema de riego subterráneo en el área de jardinería, con tuberías

perforadas que se entierran en el suelo a una determinada profundidad creando un riego por goteo constante. En el caso en donde las aguas negras están conectadas al colector municipal, el sistema de riego propuesto no aplicaría y por lo tanto no sería necesaria la construcción de una fosa séptica.

1.3.2.12 Reúso de agua residual para riego

La reutilización directa de aguas residuales depuradas, ha estado desarrollada en aquellos países con elevada capacidad tecnológica, escasez de agua y un nivel económico alto (Salgot, 1994).

Estas circunstancias se han dado principalmente en dos lugares, California (EUA) e Israel. Posteriormente también se desarrollaron en Arizona, Florida y otros estados de los EUA, en Japón y en los países árabes con potencial económico. Últimamente, en América Latina se está detectando un interés creciente por este recurso, las reutilizaciones más importantes son las que, por diferentes motivos consisten en la aplicación de agua residual depurada al suelo.

La reutilización donde predominan criterios de riego, es decir, aquella en la cual el uso del agua se efectúa en función del agua residual depurada como agua de riego. Como se puede observar en la Tabla No. 6, el agua residual depurada tiene diferentes aplicaciones de reutilización dependiendo del tipo de clasificación. En este caso la finalidad de la reutilización es aumentar el rendimiento aprovechando la materia orgánica y los nutrientes del agua residual.

TABLA 6: Tipos de reutilización del agua residual depurada.

Tipo de reutilización		Aplicaciones	
Usos urbanos	Sin restricciones (calidad máxima)	<ul style="list-style-type: none"> • Riego de zonas verdes • Otros usos 	<ul style="list-style-type: none"> • Jardines • Fuentes ornamentales • Agua para incendios • Campos de deporte
	Riego en zonas de acceso restringido (control del uso)	• Riego en zonas en la que el acceso de público es poco frecuente y controlado	<ul style="list-style-type: none"> • Cinturones verdes • Áreas residenciales • Zonas verdes en vías de comunicación.
	Otros usos sin calidad máxima		<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de vehículos • Tanque de inodoro • Construcción
Riegos agrícolas	Consumo humano		• Cultivos para consumo humano no procesados
	Cuidar que no se consumen o que se consumen después de procesarlos.		<ul style="list-style-type: none"> • Viveros, semillas • Acuicultura • Biomasa vegetal
	Riego localizado Superficial	• Posibilidad de contacto con público y trabajadores	• Sin limitación de calidad para conreos aéreos.
	Riego localizado subterráneo.	Sin posibilidades de contacto con público y trabajadores	Sin limitación de calidad para conreos aéreos
Usos recreativos	Sin restricciones (calidad máxima)	• Con contacto agua / usuario	• Natación
	Cuidado de uso	Actividades sin contacto	Campos de golf y pesca
Mejora ambiental		<ul style="list-style-type: none"> • Creación de estanques • Creación de zonas húmedas • Mejora de paisajes 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación/ mantenimiento de zonas húmedas • Implantación/ cambios de vegetación.
Recarga de Aguas subterráneas.	Calidad de agua potable	Aplicación en profundidad	• Recarga de acuíferos explotados para abastecimiento
	Otras calidades	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación en superficie • Aplicación en profundidad 	• Tratamiento de aguas residuales

Fuente: Elaboración Propia –datos CEPIS

1.3.3 Definición de términos

- **Agua**
 - **Definición Conceptual:** Sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales.
 - **Definición Operacional:** Clasificar el tipo de agua y cantidad obtenida de la misma.
- **Agua potable**
 - **Definición Conceptual:** Agua incapaz de transmitir enfermedades, libre de concentraciones excesivas, sustancia mineral y orgánica, de toxicidad y agradable a los sentidos (Díaz, 2003).
 - **Definición Operacional:** Cantidad de agua apta para el consumo humano.
- **Agua residual**
 - **Definición Conceptual:** Agua alterada en su calidad por el uso que se ha hecho de ella (Díaz, 2003).
 - **Definición Operacional:** Cantidad de agua disponible para su reutilización.
- **Agua residual doméstica**
 - **Definición conceptual:** Líquidos provenientes de viviendas y edificios comerciales e institucionales, que son conducidos por medio de una red de drenaje hacia una planta de tratamiento, preferiblemente (Salazar, 2003).
 - **Definición operacional:** Cantidad de agua de desecho con posibilidad de reutilización en la vivienda.
- **Aguas grises**
 - **Definición conceptual:** Es el agua residual producida de lavaderos, duchas, pilas, etc. Su característica principal es que contiene grandes cantidades de jabón (Salazar, 2003).
 - **Definición operacional:** Cantidad de aguas de desecho disponible para su conducción y almacenamiento para ser reutilizada en la alimentación de los tanques de inodoros.

- **Aguas negras**
 - **Definición conceptual:** Estas son las producidas en los inodoros y mingitorios, contienen sólidos y elementos patógenos que son expulsados por el cuerpo humano (Salazar, 2003).
 - **Definición operacional:** Cantidad de agua procedente de los inodoros, tratada en una fosa séptica y conducida por medio de tubería para poder ser utilizada en un sistema de riego subterráneo en los jardines.
- **Reutilización**
 - **Definición conceptual:** Acción y efecto de reutilizar. Utilizar algo, ya sea con la función que desempeñaba anteriormente o con otros fines (Raluy, 1991).
 - **Definición operacional:** Consumir menos agua potable y por lo tanto disponer de más agua para otros usos o usuarios.
- **Cadenas tróficas**
 - **Definición conceptual:** Serie de eslabones enlazados entre sí, perteneciente o relativo a la nutrición de los tejidos o de los organismos (Raluy, 1991).
 - **Definición operacional:** Conocer las óptimas condiciones para la depuración del agua.
- **Bioconstrucción**
 - **Definición conceptual:** Fabricación, edificación, hacer de nueva planta una obra de arquitectura o ingeniería, un monumento o en general cualquier obra pública, sin generar un gran impacto en el medio que nos rodea (Raluy, 1991).
 - **Definición operacional:** Crear un desarrollo sostenible que sea generador y regulador de los recursos empleados en conseguir un hábitat sano, saludable y en armonía con el resto.
- **Desarrollo Sostenible**

El DESARROLLO SOSTENIBLE, es aquel que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades (Documento Nuestro Futuro Común o Reporte Brundtland, 1987).

➤ **Sostenibilidad ambiental**

El ecosistema mantiene las características que le son esenciales para la sobrevivencia en el largo plazo. Aquí nos referimos a especies, población y ecosistemas.

➤ **Sostenibilidad económica**

El manejo y gestión adecuada de los recursos naturales permiten que sea atractivo continuar con el sistema económico vigente.

➤ **Sostenibilidad social**

Los costos y beneficios son distribuidos de manera adecuada, tanto entre el total de la población actual (equidad intrageneracional) como con la población futura (equidad intergeneracional). Aunque sean en apariencia contradictorias a corto plazo; en el largo plazo y por sus interdependencias se convierten en una obligación.

1.4 Variables

1.4.1 Variables independiente

- Propuesta de la implementación en una vivienda el diseño del sistema a utilizar.

1.4.2 Variables dependientes

- La reutilización de las aguas residuales domésticas y uso de las mismas

1.5 Hipótesis

Mediante una propuesta para uso, reúso y reciclaje del agua residual en una vivienda, se optimizara el gasto de agua potable.

CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO

2.1 Tipo de investigación

2.1.1 De acuerdo a la orientación.

- Aplicada

2.1.2 De acuerdo a la técnica de contrastación:

- Descriptiva documentada.

2.2 Diseño de investigación

Según Achaerandio y Caballeros (2001), por tratarse de una investigación de tipo descriptivo documentada, no se utiliza un diseño estadístico. Sin embargo para este caso emplearemos algunos diseños de construcción:

Se presenta la propuesta de especificaciones para la reutilización de aguas residuales domésticas. Para el estudio se ha adoptado una residencia de 12 x 20 mts, incluyendo el jardín, de clase media y en el Área Urbana. Se propondrá la separación de las aguas negras y grises, y con ello efectuar el sistema de reutilización de las mismas y la opción para la creación de riego de áreas verdes.

2.2.1 Diseño del sistema de aguas grises

Para proponer un sistema que minimice el gato de agua potable y que permita la reutilización de agua residual, de forma controlada y segura, y además que esta inversión sea recuperada a corto plazo, se planteó este diseño, en general, las aguas de desecho contienen menos del 0.1% de materias sólidas, gran parte de dicha agua es procedente del baño o de la lavandería y, por encima contiene basuras, papeles, cerillos y trapos.

El sistema de reutilización de aguas grises consiste en conducir por medio de la red de drenaje con tubería de PVC, las aguas residuales procedentes de cocina con restos de alimentos y materia orgánica hacia una trampa de grasa la cual elimina las grasas, que tienden a formar nata, tapar las rejillas fijas, obstruir los filtros.

El periodo de detención varía de 5 a 15 minutos. Unos dos miligramos por litro de cloro aumenta la eficacia de la eliminación de la grasa (Merritt, Loftin y Ricketts, 1999).

A la vez la tubería procedente de lavadoras, bañeras y duchas con detergentes y la que viene de la trampa de grasa es conducida hacia el depósito acumulador donde servirá para abastecer los tanques de los inodoros.

En la red de tuberías de drenaje, según Merritt et al. (1999), no se deben usar tuberías de un diámetro menor de 4 pulgadas debido a la posibilidad de obstrucciones. La colocación de los tubos se hace, por lo general, con cierta pendiente la cual no debe de ser menor al 2%.

Las juntas entre los tramos de las tuberías se realizan, por lo general, con una junta plástica o empaque. Se prefieren tipos de juntas elásticas a las rígidas, pues estas últimas pueden agrietarse a causa del asentamiento diferencial (Merritt et al., 1999).

2.2.1.1 Diseño de trampa de grasa

Los criterios de diseño son de acuerdo a McGhee (1999):

Diseño por volumen = $V (Q \times t)$ (para un día)

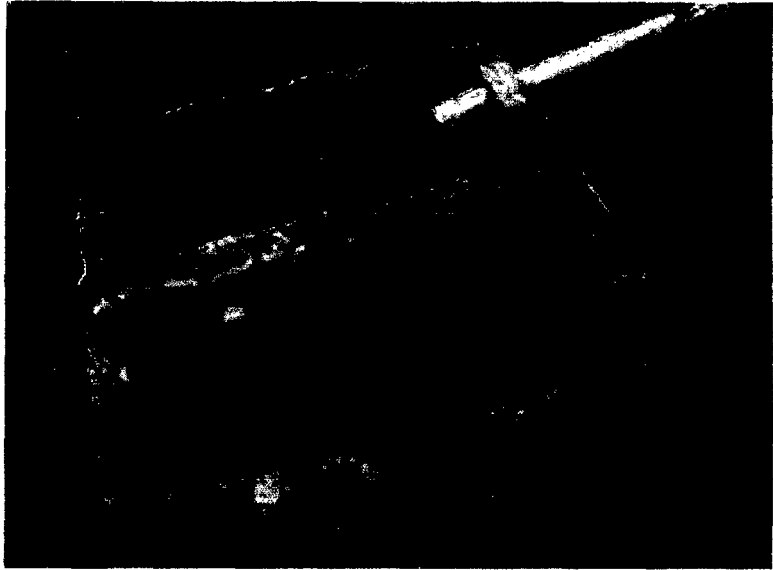
- Producción Promedio = 9.5 litros / persona
- Volumen mínimo para una vivienda = 30 galones = 110 litros
- Volumen mínimo para pequeñas instalaciones (hasta 50 personas) = 125 galones = 473 litros
- Relación Largo / Ancho = 2 : 1
- Altura = 0.30 a 0.90 mts
- Volumen = Producción Promedio x No. Personas

Diseño:

- V = volumen A = Área
- H = Altura = 0.45 mts a = Ancho
- b = Largo = $2a$
- $V = 9.5 \frac{\text{litros}}{\text{personas}} \times 5 \text{ personas} = 47.5 \text{ litros}$
- $V_{\min} = 30 \text{ galones} = 110 \text{ litros} = 0.11 \text{ mts}^3$
- $A = \frac{V}{H} = \frac{0.11}{0.45} = 0.24 \text{ mts}^2$
- $A = ab = a \times 2a = 2a^2$
- $a = \sqrt{A}/2 = \sqrt{0.24}/2 = 0.35 \text{ mts}^2$
- $b = 2a = 2 \times 0.35 = 0.70 \text{ mts}$.

Por lo tanto, la trampa de grasa tendrá unas dimensiones internas de 0.35 x 0.70 mts, y será una estructura de concreto reforzado con el ingreso y egreso de tubería que se indica en los planos (Anexo A2).

Imagen N°02 Construcción de trampa de grasa



Las trampas de grasa necesitan mantenerse con cantidades bajas de grasa para evitar taponar el sistema de desagüe o las líneas de drenaje. Para mantener el sistema funcionando sin problemas, hace falta limpiar las tuberías y la trampa periódicamente.

Para evitar esas operaciones tan costosas, el sistema debe ser tratado biológicamente dos veces por mes para mantener las líneas de drenaje limpias y la grasa al mínimo en la trampa.

Las bacterias introducidas en la trampa de grasa se alimentan de la grasa y el sedimento que se encuentra en la trampa, inhibiendo la acumulación de los mismos dándose cuenta que el tratamiento mantiene el sistema con la cantidad de sedimento muy bajo y evitando que la trampa de grasa se tapone o mantenga un mal olor.

2.2.1.2 Diseño del depósito acumulador

Para la propuesta del diseño del Depósito Acumulador se debe de tomar en cuenta el volumen necesario para el abastecimiento diario de los inodoros, donde las cantidades calculadas a continuación serán aproximadas para cada realidad.

Para conocer la cantidad de agua residual domestica por personas al día, se presenta la Tabla No. 7:

TABLA 7: Cantidad de aguas residuales domésticas por persona al día.

Tipo	Litros / persona / día	
	Demanda	Descarga
Comida y Bebida	3	0
Lavado de Platos	4	4
Lavado de Ropa	20	19
Higiene Personal	10	10
Higiene con Tina y Ducha	20	20
Limpieza de la Casa	3	3
Inodoro (heces y orina)	20	22
TOTALES	80	78

Fuente: Schneider (1991).

De la Tabla No. 7 se puede deducir que la demanda para el tanque de un inodoro es de 20 litros/persona; por lo tanto, si se tiene una vivienda donde habitan 5 personas, como es el caso de esta investigación, el consumo diario en el Tanque de Inodoro es de:

$$V = 20 \frac{\text{litros}}{\text{personas/día}} \times 5 \frac{\text{personas}}{\text{vivienda}} = 100 \text{ litros/vivienda/día}$$

Por lo tanto, se tiene los siguientes parámetros para el diseño:

Diseño por volumen = $V (Q \times t \text{ [para un día]})$

Volumen mínimo para una vivienda (5 personas)= 100 litros

Relación Largo/Ancho = 2: 1 (dependerá del espacio disponible en la vivienda)

Altura = 0.90 a 1.50 mts (dependerá del espacio disponible en la vivienda)

$$\text{Tiempo de retención hidráulica} = \frac{V}{Q} = 2 \text{ horas}$$

Diseño:

V = volumen

A = Área

H = Altura = 0.90 mts

a = Ancho

b = Largo = 2a

$$V_{\min} = 100 \text{ litros} = 0.10 \text{ mts}^3$$

$$A = \frac{V}{Q} = \frac{0.10}{0.90} = 0.11 \text{ mts}^2$$

$$A = ab = a \times 2a = 2 a^2$$

$$a = \sqrt{A}/2 = \sqrt{0.11}/2 = 0.25 \text{ mts}^2$$

$$b = 2a = 2 \times 0.25 = 0.50 \text{ mts}$$

Por lo tanto el depósito acumulador tendrá unas dimensiones internas de 0.25 x 0.50 mts. y será una estructura de concreto reforzado con el ingreso y egreso de tubería que se indica en los planos (Anexo A1).

Una vez almacenadas las aguas en el depósito acumulador cuando se acciona el dispositivo de descarga de los tanques de los inodoros, la bomba sumergible (McGhee, 1999) que lleva incorporada el depósito impulsa las aguas grises por medio de la red de abastecimiento con tubería PVC para volver a cargar las tanques de los inodoros.

En la red de abastecimiento según Merritt et al., (1999), el sistema de distribución de agua debe ofrecer un suministro seguro en cantidad suficiente y una presión adecuada para uso doméstico.

Es importante hacer notar que las dimensiones propuestas para el depósito son eficientes para un rango de 5 a 7 personas. Si se tiene un crecimiento de personas viviendo en el hogar es necesario recalcular las dimensiones y agregar otra cámara para su ampliación.

El depósito acumulador debe de tener las siguientes características:

- Totalmente impermeable.
- Sistema de evacuación de sobrellenado mediante un aliviadero lateral en la parte superior del depósito, conectado al tubería de drenaje general.
- Cerrado herméticamente para evitar el ingreso del sol, ya que puede acelerar la putrefacción de los sólidos encontrados ahí.
- El depósito acumulador tiene un sistema en paralelo, es decir, se colocarán dos cámaras seguidas, para permitir tener una mejor operación y mantenimiento

- El depósito está ubicado en un lugar de la vivienda que sirve como bodega y no es muy transitado por las personas y donde se tiene la precaución de no ser manipulando por menores o personas que desconozcan el contenido del mismo. En el caso en que no se tenga algún lugar disponible para su ubicación podría estar enterrado en el jardín.
- En la salida de la tubería que alimenta el depósito se colocó una malla fina, que sirve como tamiz y no permite el ingreso de sólidos.
- Resistente a las presiones del suelo y a sismos.

Para el mantenimiento del depósito acumulador se deben de tomar en cuenta las siguientes características:

- Se recomienda realizar una limpieza cada seis meses del depósito mediante el acceso en su parte superior. Para el mantenimiento es necesario realizar el vaciado de una de las cámaras mientras la otra está en servicio.
- Antes de realizar la limpieza del depósito o alguna manipulación en el tanque del inodoro, es necesario abrir la válvula de paso del agua potable, para purificar el interior de los mismos.
- Es necesario realizar la limpieza de la malla del depósito, por lo menos cada mes, para evitar la descomposición de los sólidos.
- Realizar la limpieza cada seis meses del filtro que va incorporado en la bomba sumergible.
- Para mayor seguridad, debido a que el agua del depósito está contaminada se puede aplicar hipoclorito de calcio. Según Mayorga (1999), para que el cloro surta efecto es necesario que haya un periodo de contacto de por lo menos 20 minutos, contados a partir del momento de la aplicación. Por lo tanto, para los 112.5 litros encontrados en el depósito acumulador la dosificación sería de 428.57 gramos para una concentración del 70% y con ello preparar una solución al 0.1% (Tabla No. 8).

Tabla N° 8: Hipoclorito necesario para preparar solución al 0.1%

Volumen de solución requerida(L)	Cantidad de Hipoclorito (gramos)					
	% de concentración					
	65%	66%	67%	68%	69%	70%
1	1.54	1.52	1.49	1.47	1.45	1.43
2	3.08	3.03	2.99	2.94	2.90	2.86
10	15.38	15.15	14.93	14.71	14.49	14.29
25	38.46	37.88	37.31	36.76	36.23	35.71
50	76.92	75.76	74.63	73.53	72.46	71.43
75	115.38	113.64	111.94	110.29	108.70	107.14
100	153.85	151.52	149.25	147.06	144.93	142.86
300	461.54	454.55	454.76	441.18	434.78	428.57
500	769.23	757.58	746.27	735.29	724.64	714.29
600	923.08	909.09	895.52	882.35	869.57	857.14
1000	1538.46	1515.15	1492.54	1470.28	1449.28	1428.57

Ref. Mayorga (1999)

Por lo tanto se debe de tener mucha precaución a la hora de manipular o dar algún tipo de mantenimiento al depósito, debido al tipo de contenido que se encuentra en el mismo.

Para la instalación del sistema de reutilización de aguas se incorpora la nueva tubería desde el depósito acumulador, teniendo el control de abastecimiento con una válvula de paso y válvula de cheque, dejando conectado la nueva tubería a la red principal para cuando el agua del depósito acumulador no sea lo suficiente para abastecer los tanques de los inodoros, realizando esto con una válvula de paso y válvula de cheque conectada en ese tramo.

La salida del agua de la bañera, lavamanos y lavadora actualmente conectada al red general se corrige y se desvía al depósito acumulador, donde se intercepta con la tubería que viene de la trampa de grasa donde está conectada la tubería del lavatrastos. A la vez las tuberías de las bajas de aguas pluviales pueden desviarse y conectarse al depósito, para ayudar a bajar los contaminantes de las aguas grises.

Entre las posibles incompatibilidades del sistema de reutilización contra el sistema antiguo se basan en:

- Se debe de tener mayor cuidado con la manipulación del agua del tanque del inodoro, ya que contiene agua residual contaminada.

- La posibilidad de poder instalar la canalización para las aguas grises. En este sentido se aconseja la evaluación de la instalación como cualquier otro tipo de instalación de fontanería. En caso de una reforma es necesario plantearse las posibilidades que ofrece la vivienda para instalar los sistemas de reutilización de aguas grises.
- Es importante hacer notar que la calidad de servicio al utilizar agua residual se ve afectada ya que es agua contaminada y se debe de tener un mayor cuidado en su manipulación y mantenimiento. Sin embargo es importante notar que se tendría un ahorro en el agua potable y con un buen manejo se podría utilizar agua de menor calidad en actividades que así lo permitan y con ello liberar la de alta calidad sólo para consumo humano u otros usos especializados.

2.2.2 Diseño del sistema de riego.

Luego de proponer un sistema que minimice el gato de agua se propone **al mismo tiempo un sistema de riego para las áreas verdes de la vivienda, reutilizando para ello aguas residuales**, es así que luego de realizar el tratamiento primario, el agua residual pasa a un sistema de riego subterráneo. Es uno de los métodos más modernos y se está usando incluso para césped en lugar de aspersores y difusores en pequeñas superficies enterrando un entramado de tuberías (Morales, 2003).

Se trata de tuberías perforadas a cada 0.15 a 0.20 mts en dos camas con diámetros entre Ø ¼" a Ø 1", que se entierran en el suelo a una determinada profundidad (entre 5 y 50 cm), según sea la planta a regar (grama menos enterradas que árboles) y de las características del suelo (capilaridad). En suelos arenosos se trabajará a profundidades menores que en suelos arcillosos.

➤ Ventajas.

1. Permite el empleo de aguas residuales sin la molestia de malos olores.
2. Durabilidad de las tuberías por no estar expuestas al sol.
3. Se evitan problemas de vandalismo
4. Aumento de la eficiencia del riego, ya que por el hecho de estar enterrados los emisores se evita que el agua esté en la superficie del suelo expuesta a la

evaporación, es decir, mejor distribución del agua, menor escorrentía y mayor uniformidad.

Además, está más cerca de las raíces que absorben el agua necesaria para el crecimiento de las plantas, frecuentemente se puede ver en los riegos localizados superficiales el agua desplazándose fuera de la zona próxima a las plantas.

El incremento en eficiencia en relación con los riegos localizados superficiales es muy variable dependiendo de la aplicación que se trate y el sistema con el que se compare.

5. De esta forma no se queman las plantas al aplicarle agua a horas de más sol, ya que con el riego superficial se crea el efecto de lupa por las gotas del agua.

➤ Inconvenientes.

1. El principal inconveniente es por ser agua residual la utilizada para riego se está en un contacto directo, por lo que es necesario dejar pasar un día después de cada riego para evitar contaminación, o de preferencia que el riego subterráneo propuesto sea aplicado en áreas verdes no utilizadas para juego de niños.
2. En época de invierno podría ocasionarse un sobrieriego, debido al sistema de riego subterráneo implementado con la lluvia de la época.

El sistema de riego localizado subterráneo ha generado mayor aceptación, gracias a la superación de problemas de diseño y calidad, donde la penetración de raíces y obstrucciones ya no son un problema cuando la filtración, manejo y mantenimiento se ejecutan bien.

En un sistema de riego localizado subterráneo, el área de filtración es de fondo por lo que está relacionado con el largo y ancho de la tubería secundaria a instalar, por lo tanto para esta propuesta se tiene dos áreas de filtración:

1. En el jardín frontal el cual tiene un área de la filtración de:

$$A_{f1} = 0.60 \times 6 = 3.6 \text{ mts}^2$$

2. En el jardín posterior el cual tiene un área de la filtración de:

$$Af2 = 0.60 \times 10.65 = 6.39 \text{ mts}^2$$

Jorgesen y Norum (1993), resumieron siete experimentos de investigación exitosos usando el riego localizado subterráneo, que se informaron en el tercer Congreso Internacional del Riego por Goteo, que se realizó en Fresno, California, en 1985, y otros cuatro en la Conferencia de la Mesa Redonda de Micro - irrigación (ICID), realizada en Budapest, Hungría en 1986. Como resultado, en ninguno de estos experimentos, se encontraron los problemas mencionados por Goldberg (Tabla No. 9).

Tabla No. 9: Preocupaciones y problemas que han limitado la adopción extendida del riego localizado subterráneo, según Goldberg, en 1976.

A	La inspección del sistema es difícil y el usuario no puede evaluar las condiciones.
B	El equipo de riego subterráneo es difícil de mantener y reparar.
C	La obstrucción de raíces, precipitados y otros materiales causarían un funcionamiento defectuoso del sistema.

REF: Jorgesen y Norum (1993)

Actualmente se dispone en el mercado tuberías con gotero integrado con calidad suficiente para garantizar su funcionamiento correcto y fiable en cualquier circunstancia. El sistema debe ser adaptado y diseñado según las características propias del lugar donde se va a desarrollar.

Teniendo en cuenta que no se dispone de la posibilidad de controlar visualmente el correcto funcionamiento de los emisores por estar enterrados, conviene tener en cuenta algunos aspectos prácticos que evitaren problemas de funcionamiento de este sistema:

1. Control periódico de los caudales habituales de riego por válvulas.
2. Limpieza periódica de las tuberías laterales dependiendo de la calidad del agua, donde se abre las válvulas de limpieza de los extremos de las líneas de riego, si no se dispone de válvulas de drenaje.

3. El tipo de suelo puede tapar los goteros por lo que se recomienda rellenar la zanja con grava de $\varnothing 3/8''$ a $3/4''$

En época de lluvia se recomienda regar con el agua residual un máximo de dos veces por semana, para no ocasionar un sobreriego y a la vez permitir que el agua de lluvia se mezcle con el agua residual utilizada en el jardín. Luego de la filtración del agua en el suelo, éste actúa como filtro y purifica en parte el desperdicio.

Como se puede observar en la Figura No. 4 se muestra la cobertura de saneamiento en la Ciudad de Pinto Recodo, específicamente en el Área Urbana, donde se observa que el 28.11 % tiene conexión a una Fosa Séptica.

2.2.3 Consumo del agua en el país.

Para poder comparar el ahorro del agua con las familias que tienen este sistema y las familias que no la tienen tenemos que realizar un análisis desde la perspectiva nacional es así que el consumo de agua en el país se ha estimado de 15 m³ a 25 m³ por casa cada mes, dependiendo de las condiciones de la vivienda y el número de habitantes, el agua suministrada por el gobierno local es por ley agua declarada apta para el consumo humano.

Tomando en cuenta que el agua gris procedente de la vivienda, una vez que se ha implementado el proyecto, es de entre 162 hasta 210 litros de agua jabonosa en un día (27L - 35L/persona/día) durante todo el año, y considerando que, durante el proceso de tratamiento en el humedal se pierde aproximadamente el 20% del agua que ingresa, el agua recuperada y tratada para ser reutilizada es de entre 908 a 1,176 litros de agua por semana, con la calidad necesaria para riego de traspatio. Según interese a la familia, pueden sembrar durante todo el año para consumo familiar, o bien, para obtener un ingreso económico extra por el producto, así como también abastecer de agua a los animales del corral. Cabe mencionar que el flujo de agua gris es permanente durante todo el año.

Para lo cual en miras de cumplir con este objetivo se realiza el estudio en el uso de aquellas familias que tienen un sistema de reutilización y las familias que no la tienen para poder realizar una amplia comparación en los ahorros de la misma utilizando para esto estrategias de recopilación informativa

como encuestas y formatos que ayuden a sistematizar información, de esta manera se podrá realizar una comparación en consumo, costos y conciencia ambiental.

2.2.4 Diseño del sistema de aguas negras.

En esta investigación no se utilizara este diseño, sin embargo planteamos establecer este diseño para quienes intentan desarrollarlo sabiendo que el sistema de reutilización de aguas negras consiste en la recogida de las aguas procedentes de los inodoros, cargadas con materias fecales por medio de la red de drenaje con tubería PVC y canalizarla hacia una fosa séptica.

Según Salazar (2003), en su publicación “Guía para el Manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales”, en las fosas sépticas se combina los procesos de sedimentación y de digestión anaerobia de lodos; usualmente se diseñan con dos o más cámaras que operan en serie.

En el primer compartimiento se efectúa la sedimentación, digestión de lodos y almacenamiento. Debido a que en la descomposición anaerobia, se produce gases que suspenden a los sólidos sedimentados en la primera cámara, se requiere de una segunda cámara para mejorar el proceso, evitando que los sólidos sean arrastrados con el efluente.

Las fosas sépticas, pueden ser tanques prefabricados que permiten la sedimentación y la eliminación de flotantes, actuando también como digestores anaerobios. El origen de la fosa séptica se remonta al año 1860, gracias a los primeros trabajos de Jean-Louis Mourais, donde su aplicación está muy extendida por todo el mundo y hoy en día se fabrica principalmente con resinas de poliéster reforzados de fibra de vidrio. Para conseguir un correcto funcionamiento las fosas sépticas, independientemente del material de construcción empleado, deben ser estructuralmente resistentes. Para mejorar el funcionamiento de la fosa séptica se deben de usar tanques en paralelo, es decir, con dos compartimentos.

Los sólidos sedimentables presentes en el agua residual afluente al tanque sedimentan formando una capa de fango en la parte inferior del tanque. Las grasas y demás materiales ligeros ascienden a la superficie dando lugar a una capa de espumas formada por la acumulación de materia flotante. El agua residual decantada y libre de flotantes que se encuentra

entre las capas de fango y espuma, fluye hacia la superficie de infiltración.

La materia orgánica que queda retenida en la parte inferior del tanque sufre un proceso de descomposición anaerobia y facultativa y se convierte en Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Sulfuro de Hidrogeno (H_2S). A pesar de que en la fosas sépticas se genera Sulfuro de Hidrogeno (H_2S) al combinarse con los metales presentes en los sólidos sedimentados dando lugar a la formación de sulfuros metálicos insolubles.

Aunque la descomposición anaerobia, reduce permanentemente el volumen de la materia sólida acumulada en el fondo del tanque, siempre existe una acumulación neta de fango. La generación de gases durante los procesos de descomposición provoca que una parte de la materia sedimentada en el fondo del tanque ascienda y se adhiera a la parte inferior de la capa de espumas; lo cual contribuye a aumentar el espesor de la misma. El contenido del tanque se debe extraer de forma periódica (una vez al año) para evitar la reducción de la capacidad volumétrica efectiva provocada por la acumulación de espuma y fango a largo plazo (Intertramp, 2002).

Según la EPA (Agencia de Protección Ambiental), la capacidad mínima de una fosa séptica para una vivienda unifamiliar no debe de ser inferior a 3 mts³, por lo tanto se tiene:

- Vivienda con 1 ó 2 habitaciones 3 mts³
- Vivienda con 3 habitaciones 4.5 mts³
- Por cada habitación adicional añadir 0.6 mts³

Igual que para el dimensionamiento de las cámaras de grasas es necesario conocer:

- N° de habitantes y viviendas
- Caudal promedio
- Consumo de agua entre 175 a 250 litros / per / día
- Tiempo de retención hidráulica: De 0.5 a 1 día

Otros parámetros a tener en cuenta son:

- Borde libre entre agua y techo de la fosa séptica (20 a 30 cms).
- No olvidarse de instalar dispositivos de ventilación, que permitan la salida de los gases generados en la digestión anaerobia.

Una norma general de diseño para las fosas sépticas, establece que la capacidad volumétrica de la fosa debe ser aproximadamente igual a 5 veces el caudal promedio. El rendimiento de una fosa séptica, oscila entre el 30% al 40% de eliminación de la carga orgánica (DBO_5) (Intertramp, 2002).

2.2.2.1 Diseño de fosa séptica

El diseño de un tanque de sedimentación debe basarse en la velocidad de asentamiento de la partícula más pequeña que se desea eliminar. La profundidad no debe ser mayor de la necesaria, para impedir el arrastre y acomodar los mecanismos de limpieza.

El área superficial del líquido es más importante que la profundidad, por tanto, se mantiene la profundidad a unos 10 pie o menos (en las paredes laterales). El requisito de la cantidad de asentamiento superficial es, en general, de 600 gal / ($\text{pie}^2 \times \text{día}$) para el tratamiento primario y 800 a 1000 para todos los otros tanques. Normalmente, el período de detención es de dos horas.

Estos tres parámetros de diseño deben ajustarse, ya que cada uno de ellos depende del otro para un flujo dado de diseño (flujo diario promedio de una planta) tanque (Merritt et al, 1999).

Los tanques rectangulares se construyen como unidad con paredes comunes. El ancho por unidad llega hasta 25 pies. La longitud mínima debe ser por lo menos 10 pies la relación longitud – ancho no debe excederse de 5:1.

Los diseños finales pueden determinarse por las dimensiones de los equipos disponibles para eliminar el lodo (Merritt et al, 1999).

Los criterios de diseño son de acuerdo a McGhee (1999):

$$\boxed{\text{Diseño por caudal medio} = Q_{\text{medio}} [\text{para un día}]}$$

Dotación = 175 litros / persona / día

Volumen mínimo = 2,840 litros

Volumen máximo = 12 galones

Caudal mínimo = 1,890 litros / día

Caudal máximo = 54,882 litros / día

Relación Largo / Ancho = 2:1

Altura = 0.90 a 1.50 mts

Si Q_{medio} está entre 1,890 y 5,680 litros / día

$$\text{Volumen} = 1.5 Q_{\text{medio}} \text{ [litros / día]}$$

Si Q_{medio} está entre 5,680 y 54,882 litros / día

$$\text{Volumen} = 4,260 + 0.75 Q_{\text{medio}} \text{ [litros / día]}$$

Si Q_{medio} es mayor de 54,882 litros / día, se utilizarán tanques en paralelo para poder absorber el Q_{medio} requerido, donde se tiene como máximo utilizar tres tanques.

En el caso en que Q_{medio} requerido no abarque los tres tanques en paralelo, es necesario colocar una Planta de tratamiento de agua residual (PTAR), este sería el caso para la instalación en algún condominio o similar.

Diseño:

V = volumen

A = Área

H = Altura = 0.90 mts

a = Ancho

b = Largo = 2a

$Q_{\text{medio}} = \text{Dotación} \times \text{No. Personas} \text{ [litros / día]}$
--

$$Q_{\text{medio}} = 175 \times 5 = 875 \text{ litros / día}$$

$$Q_{\text{mínimo}} = 1,890 \text{ litros / día}$$

Por lo tanto,

$$V = 1.5 Q_{\text{medio}} = 1.5 \times 1,890 \text{ [litros]}$$

$$V = 2,835 \text{ litros} = 2.835 \text{ mts}^3 = 3.00 \text{ mts}^3$$

- $A = \frac{V}{H} = \frac{3.00}{0.90} = 3.33 \text{ mts}^2$
- $A = ab = a \times 2a = 2 a^2$
- $a = \sqrt{A}/2 = \sqrt{3.33}/2 = 1.30 \text{ mts}^2$
- $b = 2a = 2 \times 1.30 = 2.60 \text{ mts.}$

Por lo tanto la fosa séptica tendrá unas dimensiones internas de 1.30 x 2.60 mts y será de una estructura de concreto reforzado con el ingreso y egreso de tubería.

La operación y mantenimiento de la fosa séptica consiste en revisar en forma periódica el nivel de lodos acumulados dentro del sistema. Se recomienda que se mida el nivel una vez al mes. Para verificar la altura de los lodos se debe de introducir una varilla de acero forrada de una tela blanca (o un palo de madera pintado de color blanco) dentro de la fosa séptica. Esta permite revisar la altura de los lodos sedimentados.

Cuando la altura de los lodos alcanza el nivel máximo de acumulación, es decir 0.50 mts de altura, estos deben de ser extraídos. La extracción de los lodos se puede hacer de dos formas; manual o mecánica; para ambos casos la fosa séptica debe de ventilarse como mínimo 24 horas antes de iniciar los trabajos (Salazar, 2003).

Por lo tanto es recomendable colocar la fosa séptica en un lugar accesible para la extracción de lodos, como lo puede ser la parte frontal de la vivienda.

Los lodos que se extraen de la fosa séptica, consisten de 80 a 99% de agua por peso; en ellos se concentran los microorganismos patógenos, y necesitan tratamiento o “estabilización” para:

- Reducir patógenos
- Eliminar olores ofensivos

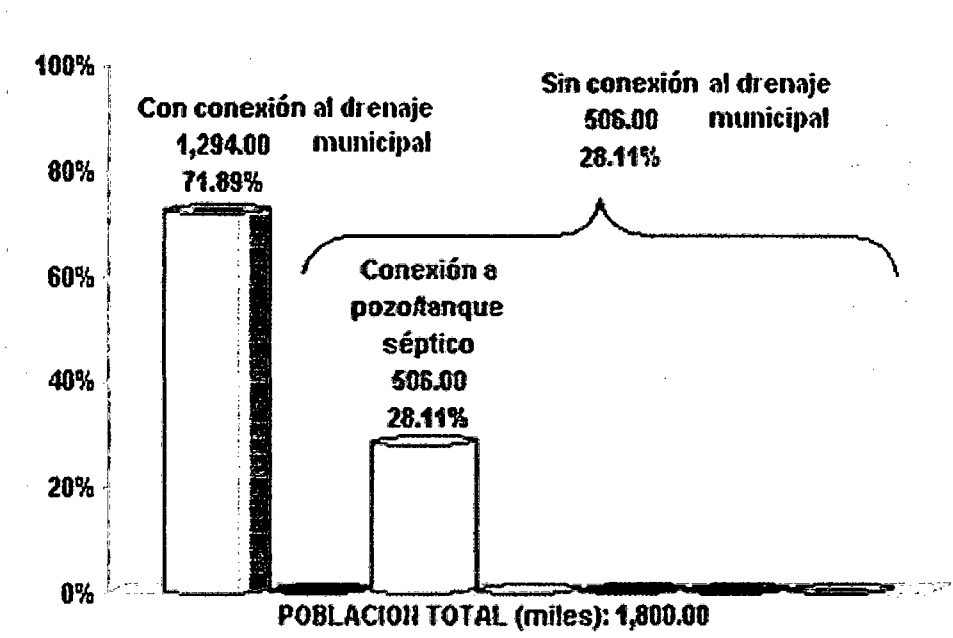
El tratamiento de los lodos estabilizados consiste en aplicar químicos o una combinación de tiempo/temperatura que asegure la remoción o transformación de los patógenos y de los componentes orgánicos que pueden causar malos olores (Salazar, 2003).

Una vez tratados, normalmente se utiliza un proceso para secar el agua excesiva de los lodos para facilitar su reutilización o disposición final, según Salazar en su publicación “Guía para el Manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales”.

La digestión anaerobia de los lodos es un proceso de descomposición de la materia orgánica e inorgánica en ausencia de oxígeno molecular. El lodo crudo se introduce en un tanque cerrado, y en la que se libera gas.

El lodo se calienta por medio de un intercambio de calor externo, normalmente utilizando el metano producido por el proceso como combustible. Otra actividad importante que se debe de realizar en un sistema de fosas sépticas es la revisión constante de las estructuras de concreto ya que esta se puede dañar debido a los gases generados por el proceso séptico, según Salazar (2003).

**FIGURA No. 4: Cobertura de saneamiento en la Ciudad de Pinto
Recodo. Año 2,010.**



Fuente: MDPR – ODL-MA

En el caso que el 71.89% (en donde las aguas negras o residuales están conectadas al colector municipal), el sistema de riego propuesto no aplicaría y por lo tanto no sería necesario la construcción de una fosa séptica.

2.3 Población y muestra

En esta investigación se ha propuesto especificaciones para la reutilización de las aguas residuales domésticas en una vivienda.

El estudio se realizó únicamente para viviendas individuales de clase media, donde se define como clase media a familias que el ingreso mensual oscila entre S/. 600 a 1500 nuevos soles

Por lo tanto se propuso la separación de las aguas negras y grises, y con ello efectuar el sistema de reutilización de las mismas y la opción para la creación de riego de áreas verdes.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A. Técnica.

Procedimiento

Para realizar la presente investigación, y cumplir con los objetivos propuestos en la misma, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Investigación bibliográfica para la reutilización de las aguas residuales domésticas en una vivienda.
2. Recopilación de información y especificaciones escrita en las siguientes instituciones:
 - a. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Sanitaria.
 - b. Ministerio de Agricultura, y Ambiente (MINAN).
 - c. Autoridad Regional Ambiental (ARA).
 - d. Organización Mundial de Salud web(OMS).
3. Realización de entrevistas personalizadas a:
 - a. Ing. HERRERA MOLOCHO, Elías (EPS-Moyobamba)
 - b. Ing. Ángel Vidaurre-Especialista de Proyectos - Proyecto STEM - MINAM/USAID
 - c. Blgo. Silvia Reátegui García (ARA).

Metodología del estudio

El estudio se ha realizado también mediante la compilación de información secundaria obtenida de las instituciones locales involucradas con el tratamiento y reúso de las aguas residuales en San Martin.

Contempla dos etapas: el levantamiento de información y el trabajo de gabinete.

1. Levantamiento de información

- Sobre el tratamiento de aguas residuales en San Martin:
 - ✓ Cobertura de tratamiento (% de agua residuales generada).
 - ✓ Tipo de tecnología y niveles de tratamiento (primario, secundario y terciario).
 - ✓ Eficiencia del tratamiento y calidad sanitaria actual de las aguas de las plantas

- ✓ Conocimiento tecnológico de EMAPA.
- ✓ Iniciativas privadas y municipales.
- ✓ Proyectos en ejecución.
- Sobre las áreas verdes de San Martín:
 - ✓ Agricultura y parques existentes y potenciales.
 - ✓ Acceso actual y futura a la demanda de agua para irrigación.
 - ✓ Costo del agua para riego.
 - ✓ Infraestructura actual y proyectada.
 - ✓ Planes de abastecimiento para el riego de áreas verdes.
- Sobre el reúso para riego en San Martín:
 - ✓ Reúso actual en agricultura y áreas verdes.
 - ✓ Aceptación del reúso.
 - ✓ Reúso potencial de aguas residuales para el riego.
 - ✓ Planes de reúso para abastecer las áreas verdes.
- Sobre regulaciones relevantes para el tratamiento y el reúso:
 - ✓ Normas vigentes y propuestas.
 - ✓ Regulaciones sobre la calidad de los efluentes tratados.
- Regulaciones sobre la eficiencia de tratamiento para los diferentes usos.
- Políticas públicas que impulsen el tratamiento y reúso.
- Gestión de las cuencas hidrográficas de San Martín, que impulsen el uso eficiente del agua.
- Tarifa de agua que incluya el tratamiento.

2. Trabajo de gabinete

- Definición de escenarios de tratamiento y reúso para 2040: A,B o C
- Definición de los **factores de influencia** para que los escenarios ocurran:
 - ✓ Factores Políticos:
 - ❖ Forma de gobierno.
 - ❖ Modelo de gestión de cuencas.
 - ❖ Modelo de gestión de la empresa de agua y saneamiento.
 - ❖ Modelo de desarrollo urbano.
 - ✓ Factores sociales:
 - ❖ Crecimiento demográfico.
 - ❖ Pobreza urbana.
 - ❖ Consumo de agua per cápita.
 - ✓ Factores económicos:
 - ❖ Tarifas de agua.
 - ✓ Factores ambientales
 - ❖ Cambio climático: caudal de agua y riesgo.

- Evaluación de interdependencias entre las variables políticas y socio-económicas en los escenarios de tratamiento y reúso de las aguas residuales.

Fuentes de información

La información utilizada para el presente informe ha sido recopilada de los archivos, estudios, publicaciones y páginas electrónicas de diferentes instituciones públicas y privadas.

1. Instituciones.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.
- EMAPA SAN MARTIN.
- Municipalidad Provincial de San Martin.
- Autoridad Nacional del Agua - ANA.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento –
- Ministerio del Ambiente – MINAM.

2. Estudios, publicaciones y páginas electrónicas

- Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución. 2008. SUNASS.
- Estudios de Caso de Experiencias de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en la Ciudad de Lima, Perú. 2009. IPES - Promoción para el Desarrollo Sostenible, Fundación RUAF y Proyecto Global SWITCH.
- Plantas de tratamiento de Aguas Residuales de Sedapal. 2011. <http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales>
- Megaproyectos de Sedapal para tratar las aguas residuales de Lima. 2011.

B. Instrumentos

Para realizar este trabajo de investigación, se utilizaron las Especificaciones Generales de Construcción.

Como en estas especificaciones no se encuentran todos los parámetros de diseño que se puedan necesitar, se utilizaron libros de texto que contienen ese tipo de parámetros, de manera que pueda hacerse la recopilación completa con diferentes fuentes de información.

2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para procesar datos se empleó el Excel para vaceo de información relevante que me permitió vislumbrar de manera clara y real lo que está pasando en la actualidad con el líquido elemental (agua), y cómo esta se adapte a los cambios y déficit de la misma, para poder utilizar este diseño en las futuras construcciones y edificaciones.

Para analizar mis datos contrasté la información procesada con la información propia de las condiciones iniciales de la muestra y las variables que interactúan con el déficit actual en el mundo.

2.5.1 Alcances y límites a partir de los objetivos.

2.5.1.1 Alcances.

Para poder cumplir con los objetivos propuestos se pretendió proponer especificaciones para la reutilización de aguas residuales domésticas en una vivienda. La construcción de una vivienda ecológica beneficiaría tanto a la comunidad recodina como al medio ambiente ya que se pretende aprovechar al máximo los recursos naturales, utilizando materiales adaptados a la región, implementando formas alternativas en el uso y reúso del recurso agua residual.

Esta investigación propone la reutilización del agua residual doméstica. Para el estudio se ha adoptado una residencia con área promedio de 240 m², con dimensiones de 12 x 20 mts incluyendo el jardín. Se estima adaptable para una vivienda de clase media y en el área urbana.

Se define como clase media a familias que el ingreso mensual oscila entre S/. 600 a 1500 nuevos soles., con todos los servicios básicos disponibles en la vivienda (teléfono, energía eléctrica, drenajes, extracción de basura, etc.).

Se pretende encontrar una concientización a la hora de realizar una construcción y con ello reducir el consumo de agua potable en la vivienda, ya que se reutilizaría las aguas residuales grises para el llenado de tanque de inodoro ocasionando menos consumo y gasto de agua como la medida práctica y fácilmente aplicable, que propone el presente estudio.

2.5.1.2 Límites.

El estudio se realizó únicamente para viviendas individuales de clase media, donde se propuso especificaciones del sistema de aguas residuales para la separación de las aguas negras y grises, y con ello efectuar el sistema de reutilización de las mismas y la opción de riego en las áreas verdes.

Esto se realizó sin efectuar un estudio detallado sobre la vegetación que se encuentra en dicha área. La reutilización de agua residual será exclusivamente doméstica donde se tomarán como agua grises las procedentes de cocinas y lavamanos, con detergentes y restos de alimentos y materia orgánica, y aguas negras las procedentes de los inodoros con materias fecales.

2.5.1.3 Aporte

Este estudio propone especificaciones para la reutilización de aguas residuales domésticas, con múltiples aportes a la sociedad, universidades, profesionales y ambientalistas, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Proveer de una propuesta sobre una forma alternativa de construcción de la red de abastecimiento de agua, como también de la red de conducción de agua residual en una vivienda, para la reutilización del agua y aprovechamiento del líquido vital.
- Disminuir la utilización de agua potable para la alimentación del tanque del inodoro.
- Reducir el aporte de contaminantes a los cursos naturales de agua, debido a la reutilización del agua residual doméstica y al tratamiento previo realizado en particular cuando la reutilización se efectúa para el riego de jardinería, debido a que las sustancias orgánicas difíciles de mineralizar pueden ser degradadas biológicamente durante su infiltración a través del jardín, donde sus componentes minerales serán posteriormente asimilados por las plantas.

CAPITULO III: RESULTADOS

3.1 Proponer especificaciones para el consumo de agua potable a través de la reutilización de aguas residuales domésticas.

A través de este trabajo de tesis, se pretende dar a conocer las posibilidades técnicas existentes hoy en día para reducir drásticamente los consumos de agua, en las viviendas.

Muchas veces nos planteamos actuaciones complejas, normativas internas, campañas de concienciación y actuaciones propagandísticas y trucos para intentar reducir los consumos que tenemos de agua, cuando hay actuaciones que pasan desapercibidas por los usuarios y que a la vez aumentan el confort de uso.

A través de este trabajo pretendo mostrar una serie de actuaciones de bajo costo, implementables sobre el equipamiento existente, que nos permitirán reducir sustancialmente los consumos, de una forma directa y proporcional a la utilización del mismo, sin que los usuarios perciban la actuación, y generando beneficios por ahorro para toda la vida.

Auditorías en el consumo de agua

Las acciones a considerar son las siguientes:

1.-Contadores: Éstos deben ser visibles, deben ser contabilizados y se comparen con los que se producen en edificios y usos análogos. Por ello se propone:

- Establecer la obligación de que todos los servicios y actividades con consumo de agua dispongan de un contador, de forma que se vea reflejada en el listado de lecturas realizadas en cada periodo y se pueda controlar su consumo.

2.-Colocación de dispositivos limitadores del consumo: La tecnología actual ha permitido desarrollar este tipo de aparatos para el consumo de agua en los equipamientos de fontanería que se supone es un ahorro significativo en el agua utilizada.

Se propone el equipamiento con sistemas de eficiencia en el uso del agua, de los puntos de consumo en todo tipo de viviendas y equipamientos de uso o servicio público, tales como centros administrativos, colegios, centros sanitarios, de nueva construcción o sometidos a rehabilitación o reforma integral.

Entre las medidas a implantar cabe señalar:

- Regulación de la presión de entrada.
- Adopción de grifería monomando con apertura en dos fases de adopción de grifería:
 - termostática
 - temporizada

3.- Cisternas eficientes: Duchas de bajo consumo con limitación del uso de fluxores en aquellos casos en los que sean imprescindibles y ajustar su caudal de descarga.

- Empleo de electrodomésticos ahorradores de agua.
- Posibilitar el reciclado de aguas grises, implantando redes de separación del agua usada para su reutilización.
- Las nuevas obras deberán contar con dicho dispositivo y ser dado de alta en el Servicio de Gestión correspondiente.

4.-Realización de Auditorías de consumo: Se realizarán en las viviendas más significativas. La metodología para realizar la eco-auditoria del agua en los Edificios Públicos elegidos debería comprender las siguientes actuaciones:

- Descripción general del edificio
 - Ubicación
 - Características más importantes y de la organización del sistema de mantenimiento del edificio.
 - Secciones de que consta el edificio que utilizan agua.
 - Descripción de los usos del agua: Se analizarán con detalle los usos en los cuales se consume agua, con el objeto de lograr un balance en el edificio, identificando y evaluando los flujos de entrada y salida.
- Actividades a realizar dentro de la vivienda:
 - Evaluación de las medidas de control y de seguimiento de los diferentes consumos de agua.
 - Control del consumo en un periodo de referencia (mínimo, los dos últimos años) y su valoración en función de su evolución.
 - Comparación de los medidores de consumo con valores eficientes de viviendas similares.
 - Análisis de las posibilidades de reutilización de los efluentes del uso determinado (aguas grises).

Zonas verdes y espacios públicos susceptibles de riego.

Los servicios encargados de su mantenimiento y gestión o aquellos que dependen de estos espacios públicos deben establecer las siguientes medidas:

- Cuantificar el volumen de agua utilizada para riego de superficies por zonas, tipos y períodos estacionales y anuales.
- Procurar la captación de agua de distintas procedencias de la red de abastecimiento realizando el riego desde captaciones subterráneas o desde acequias.
- Utilización de aguas de lluvia, para ayudar a minimizar contaminantes.
- Se deberán implantar técnicas de jardinería con bajo consumo.
- La construcción de zonas verdes o la remodelación de las ya existentes deben someterse a la implantación de técnicas que conlleven al ahorro de agua permitiendo contar con áreas verdes de calidad con un consumo bajo.
- Establecimiento de incentivos para gestión indirecta para el mantenimiento de zonas verdes, las cuales se realizan por una empresa externa que deben incluirse en el Pliego de Condiciones los objetivos de ahorro y control del agua derivada de la red de abastecimiento.

Sistemas de reutilización de aguas residuales regeneradas

Fases metodológicas:

FASE I. Determinación de la situación actual de los Sistemas de Tratamiento.

Es la recopilación de la información a través de la consulta de material bibliográfico, así como visitas y entrevistas a los responsables de la gestión de aguas, de igual forma se procede a realizar visitas a cada uno de los Sistemas de Tratamiento que se encuentran distribuidos en diversos sectores donde se brinda el servicio del agua, esto es con la finalidad de conocer las condiciones físicas actuales de cada uno de los sistemas.

FASE II. Evaluación de la calidad del agua regenerada en los Sistemas de Tratamiento.

Comprende la recaudación de muestras de agua de las plantas de tratamiento para lo cual se elabora un Programa de Muestreo con la finalidad de evaluar los parámetros que definieron la calidad del agua.

Estos son determinados de la siguiente manera:

- Organismos coliformes totales
- Sólidos totales, suspendidos y disueltos
- Demanda química y bioquímica de oxígeno
- Grasas y aceites
- Detergentes, fósforo y nitrógeno

Para el análisis de las muestras se tomaron como referencia los procedimientos establecidos en Los Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.

FASE III. Alternativas de reutilización del agua regenerada.

En base a los resultados de la Fase II referidos a la calidad del agua de los Sistemas de Tratamiento, se determina la eficiencia del sistema considerando la variación entre las concentraciones de contaminantes del afluente y efluente.

Con base a ello, se proponen alternativas de reutilización elaborándose así una matriz de ponderación, la cual es una herramienta útil que permite evaluar diferentes sistemas y compararlos entre sí, a fin de determinar cuál de ellos posee las condiciones más adecuadas para implementar la reutilización.

FASE IV. Mecanismos para el mantenimiento y control de los Sistemas de Tratamiento.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis de las muestras recolectadas y determinada la calidad del efluente, se procede a proponer mecanismos de Mantenimiento y Control para los Sistemas de Tratamiento estudiados con la finalidad de mejorar su eficiencia teniendo como referencia el tipo de Planta de Tratamiento y la información recopilada en la Fase I con respecto a la situación actual de los Sistemas.

Tratamiento de aguas pluviales

Hay tres opciones de reciclaje de agua en el hogar:

- Aguas grises: provenientes de lavabos y duchas.
- Aguas negras: de la cloaca y la cocina.
- Agua de lluvia: que cae sobre el tejado.

El tratamiento para este tipo de aguas difiere mucho entre sí, lo que sí tienen en común es que necesitan circuitos hidráulicos separados dentro de la casa. Normalmente plantearse este tipo de instalación es recomendable antes de la construcción de la casa, dada la obra que requiere la construcción de estos diferentes circuitos.

Muchos se interesan un tipo de reciclaje, puesto que la cantidad de agua que generarían entre los tres superaría la demanda de agua en los usos que se le da a este recurso.

El tratamiento de estas aguasno genera agua potable, por esa razón únicamente se aprovecha mejor para la limpieza del hogar: suelos, coche, inodoros o el jardín.

Por su parte, la FAO recomienda el uso de aguas negras recicladas para regar el jardín, dado que el tratamiento de las mismas las higieniza pero no elimina los fosfatos y nitratos, que son la base de los abonos.

3.1.1- Presentación de los resultados de los análisis de las aguas de entrada, intermedia y salida del diseño propuesto, que comprenden:

Tabla N° 10 RESULTADOS DE LA MUESTRA DE INGRESO AL PROCESO

ANALISIS BACTERIOLÓGICO

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
1	Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	70	0
2	Coliformes Totales	UFC/100mL	108	0

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
1	Turbiedad	UNT	1.69	5
2	Cloro Residual	mg/L	0	≥ 0.5
3	pH	-----	7.48	6.5-8.5
4	Conductividad	mg/L	41.4	1500
5	Solidos Totales Disueltos	mg/L	20.6	1000
6	Color	Pt/Co	25	15
7	Dureza	mg/L	6.75	500

**Tabla N° 11. RESULTADOS DE LA MUESTRA INTERMEDIO
DEL PROCESO**

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
1	Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0	0
2	Coliformes Totales	UFC/100mL	0	0

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
1	Turbiedad	UNT	512	5
2	Cloro Residual	mg/L	0.80	≥ 0.5
3	pH	-----	8.62	6.5-8.5
4	Conductividad	mg/L	756	1500
5	Solidos Totales Disueltos	mg/L	378	1000
6	Color	Pt/Co	62	15
7	Dureza	mg/L	12.54	500

**Tabla N° 12. RESULTADOS DE LA MUESTRA FINAL DEL
PROCESO**

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
1	Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0	0
2	Coliformes Totales	UFC/100mL	0	0

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
1	Turbiedad	UNT	337	5
2	Cloro Residual	mg/L	1.14	≥ 0.5
3	pH	-----	9.59	6.5-8.5
4	Conductividad	mg/L	2.35	1500
5	Solidos Totales Disueltos	mg/L	1.18	1000
6	Color	Pt/Co	112	15
7	Dureza	mg/L	5.73	500

La calificación para cada uno de los parámetros fueron los límites establecidos en Las Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos cuyos resultados permitieron proponer las posibles alternativas de reutilización del agua regenerada.

Siguiendo el capítulo, los análisis de los resultados están organizados en los siguientes grupos:

- Análisis de los resultados de la caracterización de las aguas residuales de entrada, intermedio y salida del diseño propuesto.
- Análisis acerca de los modelos de tratamientos terciarios, realizados en la práctica, de interés para la presente Tesis.

3.1.2 Análisis de los resultados obtenidos de las aguas de entrada, intermedio y salida de la propuesta de diseño.

- Las aguas utilizadas para estudiar las condiciones de reutilización son de efluentes secundarios del diseño propuesto. No obstante, ha sido incluida la investigación de la caracterización de los afluentes, con el objetivo de determinar los rendimientos medios globales de los distintos procesos de tratamiento empleados.
- El proceso de pre tratamiento ha presentado los mejores rendimientos en reducción de STD (378 a 1.18), coliformes totales (100%) y Termotolerantes (100%), comparativamente a los demás procesos.
- El proceso de filtración y decantación ha presentado el mejor rendimiento en reducción de turbidez (512 a 337), seguido del proceso de cloración con un desnivel muy alto (0.80 – 1.14).
- El proceso de filtración ha presentado los rendimientos más altos en reducción de coliformes Termotolerantes (70 a 0) y coliformes totales (108 a 0).
- El proceso de tratamiento primario ha presentado los la reducción de la dureza (12.54 a 5.73).
- Los rendimientos medios globales del proceso oscilaran muy alterados alrededor de los valores que figuran en las distintas bibliografías, a excepción de la filtración que presentó rendimientos un poco por debajo de los encontrados en la literatura, nítidamente respecto a SDT y turbidez.
- Los valores resumidos en las tabla 10 reflejan las características propias de un agua residual urbana pre tratada, y están en relación con los valores recogidos en la bibliografía, citados en capítulos anteriores.
- Los resultados de la caracterización de las aguas residuales también expresan claramente la gran variabilidad entre valores de constituyentes del proceso entre distintos ensayos. Dicho análisis se basa en los altos valores de las desviaciones típicas de las medias presentadas por los parámetros: SDT, turbidez y coliformes, conductividad.
- Los resultados de la caracterización de los efluentes de las plantas depuradoras, generalmente, presentan medias con desviaciones típicas más bajas que los afluentes, lo que indica

mayor uniformidad de datos en las aguas de salida que en las de entrada.

- Los resultados obtenidos expresan la total viabilidad técnica de la reutilización de efluentes secundarios en usos urbanos recreativos y de limpieza de vías públicas, desde que se hagan reducciones, con empleo de tratamientos terciarios, de algunos contaminantes como: SDT, turbidez y coliformes, pH, dureza, dentro de los límites establecidos en la propuesta de normativa.

3.1.3 Análisis acerca de los Modelos de Tratamientos Terciarios Realizados en la práctica, de interés para la presente Tesis.

- Los requerimientos de calidad para la reutilización de agua residual depurada en riego para campo de deportes, patios de colegios, parques y jardines con contacto público indican la necesidad de reducir el pH (8.62 a 9.59)

3.2 Proponer un sistema que minimice el gasto de agua potable y que permita la reutilización de agua residual, de forma controlada y segura. inversión que se recuperará en un corto plazo.

3.2.1 Metodologías de recuperación de aguas de uso domésticos

A.- De Perú

Perú necesita unos 37.000 km³/año de recursos hídricos. Teniendo en cuenta que el agua es un recurso escaso en este país, sobre todo en verano, actualmente empiezan a aparecer en el mercado instalaciones para reutilizar las aguas grises. Estas instalaciones constan de unos depósitos que recolectan las aguas de la ducha y de los grifos del lavabo de nuestro hogar, donde llevan a cabo un tratamiento de depuración.

Gracias a la depuración, el agua se puede reutilizar no sólo para alimentar las cisternas de los inodoros, ya que también sirven para el riego del jardín o la limpieza de los exteriores. Estos sistemas ayudan a ahorrar entre un 30 y un 45% de agua potable.

Un equipo de reutilización de aguas grises se instala en los sótanos o la huerta, con los correspondientes procesos que recolectarán y tratarán las aguas. También se instalarán las tuberías que se precisen para recolectar el agua de la ducha y el lavabo, que conducirán el agua a tratar y, por otro lado, las

tuberías que llevarán el agua tratada hacia las cisternas del inodoro y a una boca de riego si es necesaria.

B.- Doble circuito

En primer lugar, las aguas procedentes de duchas, bañeras y lavamanos, son aguas habitualmente muy limpias y que suelen representar cerca de 40% del total del agua consumida en una casa. Actualmente al haber un solo circuito de desagües, estas se mezclan con las aguas negras procedentes de inodoros.

Supongamos un edificio de viviendas en las que este tipo de aguas fuera recogido por un circuito independiente de desagüe y almacenadas en la parte más baja del edificio. En este lugar y con un mínimo tratamiento, podrían volver a ser bombeadas hacia cada una de las viviendas a través de una instalación (independiente de la del agua apta para consumo humano), que suministraría esta agua a las cisternas del inodoro y otros usos que no requieren calidad a costo cero para sus habitantes.

En caso de así desearse, podría también suministrar agua a un grifo especial para toma de agua de limpieza de suelos o espacios susceptibles de poder aprovechar esta agua. Esta decisión implica el doble circuito de desagües y suministro en el interior del edificio, convenientemente señalizado para evitar posibles confusiones. Prácticamente la totalidad de estas instalaciones serían reaprovechables en el hipotético caso de una futura separatividad de aguas suministradas por las compañías potabilizadoras.

Este tipo de proyecto es mucho más viable a corto plazo que el suministro de dos redes de agua independientes, al depender casi exclusivamente de la propiedad del edificio y no suponer implicaciones sanitarias más generales. Por ello está siendo recomendado por muchos municipios y en algunos de ellos reglamentado en sus ordenanzas, como de obligado cumplimiento en algunas nuevas edificaciones. Las primeras ordenanzas en este sentido implican la obligatoriedad en edificios a partir de un cierto número de viviendas u otros parámetros, no concediéndose los preceptivos permisos de obras si en el proyecto no se incluye el sistema de reutilización de aguas.

C.- Cisternas

Los sistemas de reutilización de aguas grises consisten en la recogida de las aguas procedentes de lavadoras, bañeras y duchas, para, una vez filtradas y desinfectadas, alimentar las cisternas de los inodoros.

Sistemas de Reutilización de aguas grises para Viviendas Unifamiliares (Modelos V-300 y V-500).

Recogida de las aguas procedentes de duchas y bañeras para su reutilización en las cisternas de los inodoros. Se consigue un ahorro de entre el **35** y el **45%** del consumo habitual (es necesario tener en cuenta la estructura de la unidad familiar).

Para su instalación es necesaria una preinstalación que consiste en la canalización de las aguas de duchas y bañeras hasta el depósito acumulador. De éste ha de salir un montante con las derivaciones pertinentes a las cisternas de los inodoros.

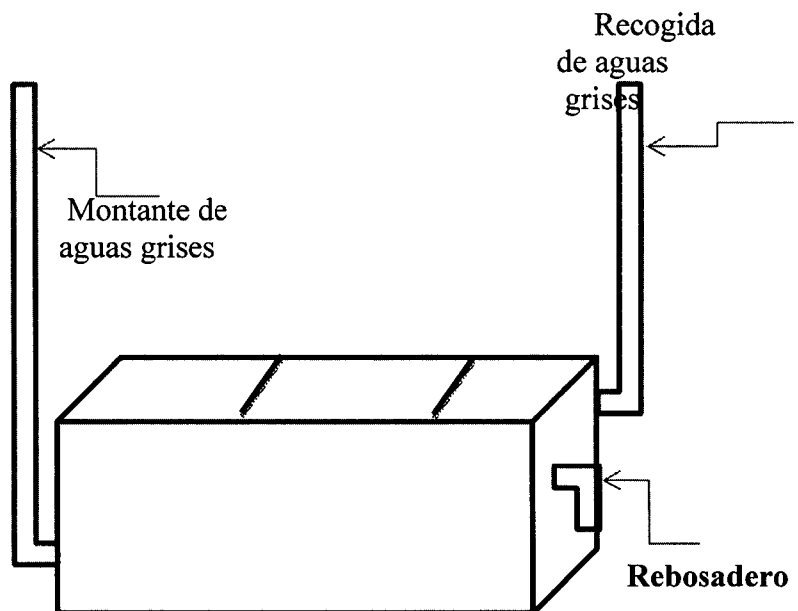


Figura N°05 Esquema de la Preinstalación y de la Instalación

El agua consumida por duchas y bañeras es canalizada hasta el depósito acumulador de aguas grises situado en el lugar más idóneo de la casa (preferiblemente en el sótano).

3.3 Proponer un sistema de riego para las áreas verdes de la vivienda, reutilizando para ello aguas residuales.

A) Membranas

Durante el mes de enero, técnicos del ITC han puesto en marcha dos unidades a escala piloto de tecnologías de membranas: ultra filtración por membranas sumergidas y birreactor de membranas planas, en un hotel de la cadena LOPESAN en el sur de Gran Canaria. Este Hotel dispone de una red de recogida de aguas grises independiente de la red de aguas negras y cuenta con un sistema de depuración de sus aguas grises consistente en un filtro percolador aireado, cuyo efluente se aporta a las aguas de riego de los jardines.

B) Caso Jordania

Uno de los 10 países con mayor carencia de agua en el mundo

Cambio de actitud en el consumo de agua. Pasa de un bien gratuito, ahora se acepta que posee un enorme valor económico. Es un país con déficit de agua, pues se consume más agua de la que se puede reponer por lluvia u otras fuentes naturales. Actualmente toda la población solo dispone de agua una o dos veces por semana y no es gratuita. Para 2015 el 80 % de la población vivirá en zonas urbanas

El proyecto: El concepto de reutilización del agua de los hogares en el riego era una nueva área de investigación dentro de la agricultura urbana las técnicas de reutilización de aguas residuales desarrolladas en este proyecto pueden reducir sustancialmente el uso de agua potable en las huertas y ayudar a elevar la producción de alimentos para los sectores pobres. Pero advierte que es fundamental asegurar que la reutilización de aguas residuales sea tanto libre de riesgos como socialmente aceptable.

La investigación cumple con estos requisitos cuando llevamos adelante un proyecto piloto en Pinto Recodo. Después de evaluar varias tecnologías de bajo costo, se inclinaron por un sistema que utiliza barriles de plástico de 160 litros. Otras partes del sistema también eran accesibles fácilmente y sin costo en la zona. “Probamos distintas ideas y siempre teníamos en consideración el costo del sistema, porque estábamos tratando con sectores pobres de la población, que disponen de recursos financieros muy limitados”.

El sistema desarrollado por el equipo fue probado en dos hogares en Pinto Recodo. Se trata básicamente de un sistema de reciclado sencillo que permitía que el agua de uso doméstico, excluyendo la del inodoro, fuera utilizada sin riesgos en las huertas familiares. Esto requería unas pequeñas modificaciones en la cañería de la casa, para desviar el agua de la cocina y el baño y hacerla pasar por un filtro, en lugar de dejarla escapar por el desagüe hacia el sistema séptico.

“Una clave del éxito del proyecto piloto y la expansión posterior del reciclado de aguas grises fue la participación de organizaciones no gubernamentales (ONG). El equipo de investigación incluyó a una ONG local como uno de los socios principales del proyecto piloto. Sus miembros recibieron capacitación en conservación del agua, así como en técnicas de separación y tratamiento de aguas grises. La ONG ayudó a organizar talleres de capacitación en mantenimiento de sistemas y técnicas de irrigación.

Hubo cierta resistencia inicial a la idea de usar aguas grises, tanto entre los residentes como en las autoridades locales. Algunos eran escépticos y no creían que el sistema pudiera funcionar o temían que fuera demasiado costoso y difícil de mantener. Otros se preocupaban por los olores y los mosquitos. Pero una vez que el sistema pasó la prueba, la comunidad expresó rápidamente su entusiasmo”.

3.4 Comparar el ahorro del agua con las familias que tienen este sistema y las que no la tienen.

3.4.1 Consumo de agua en el hogar.

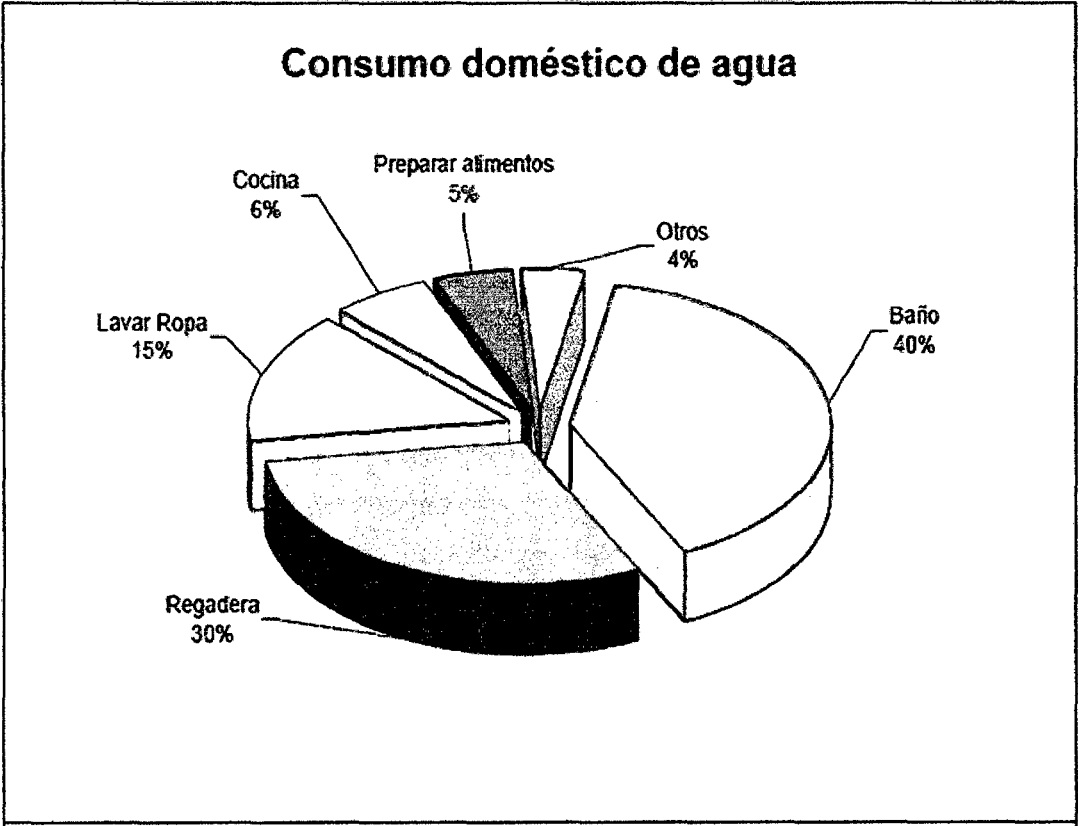
El consumo de agua en el País se ha estimado de 15 m³ a 25 m³ por casa cada mes, dependiendo de las condiciones de la vivienda y el número de habitantes. La proporción de consumo es la siguiente:

Tabla N° 13. Proporción de consumo de agua en el Hogar

Proporción de Consumo de Agua en el Hogar	
Actividad	Proporción de Consumo
Baño	40%
Regadera	30%
Lavar Ropa	15%
Cocina	6%
Preparar alimentos	5%
Otros	4%

Fuente: Elaboración propia con datos de CEPIS

Figura N° 06. Consumo doméstico de agua



Fuente: Elaboración propia con datos de CEPIS

El agua suministrada por el gobierno local es por ley agua declarada apta para el consumo humano. En nuestra sociedad, consumimos esta agua en cantidades que rondan los 150-250 litros por persona y día. De esta cantidad, una pequeña parte es destinada realmente al consumo humano, pero ésta no suele ser superior a los 10-15 litros, es decir, menos del 10%. El resto se emplea para distintas actividades como lavar, regar, duchas, etc.

Tabla N° 14. Diferencia de Ahorro de agua

Variables	Consumo de agua sin sistema de reutilización de aguas grises en un mes	Costo	Consumo de agua con sistema de reutilización de aguas grises en un mes	Costo
Una persona	54.750 litros	S/. 38.32	30.112 litros	S/. 21.08
Familia de 4 personas	219.00 litros	S/ 153.30	120.450 litros	S/. 84.32
Ahorro total en un mes		Para una persona: S/. 17.24 Para una familia de 4 personas S/. 68.98		
Ahorro global en 1 año		Para una familia de 4 personas S/. 827.76		

Fuente: elaboración propia con datos promedios de CEPIS

3.4.1 Prototipos.

Incluimos datos comparativos sobre consumo de agua

Tabla N° 15. Datos de entrada

Datos de entrada	
Familia tipo	4 perdonas /día
Consumo por persona regadera	50 a 200 litros
Consumo persona WC (6 litros)	48 a 192 litros
Consumo familia tipo mes	15 mc
Costo metro cubico (mc)	S/. 12.73
Costo al mes de agua	S/. 190.95

Fuente: Elaboración Propia con datos SEDAPAL

Tabla N° 16 Datos de salida esperados

Datos de salida esperados			
Consumo de agua en (mc) por familia tipo al mes			
actual	propuesto	Ahorro	
15 mc	9 mc	6 mc	
Costo mensual de agua			
actual	propuesto	Ahorro	
		Mes	Año
S/. 190.95	S/. 114.57	S/. 76.38	S/. 916.56

Fuente: Elaboración Propia

A continuación facilitamos las mediciones realizadas, así como los resultados del pilotaje realizado en cada área, donde puede apreciarse la alta eficacia de las medidas implementadas.

Estos cálculos, no tienen por fin certificar los tiempos de amortización, sino orientar en cuanto tiempo sería amortizada la inversión, buscando el hecho de ofrecer una aproximación, al plazo real, aunque en este trabajo, sólo resulte éste orientativo.

- Ahorro en el consumo de agua de los Lavados: **68,63 %** sobre el consumo existente.
- Ahorro en el consumo de las Duchas: **58,38%** sobre el consumo existente.
- Ahorro en el consumo de agua en Inodoros: **50,00%** sobre el consumo existente.

3.5 DISCUSIONES

El elemento principal en el desarrollo de un sistema de reutilización de aguas es que la calidad del agua regenerada sea adecuada para el uso a la que se pretende destinar.

La reutilización en áreas urbanas para riego de jardines, usos industriales, inodoros, etcétera necesita de una adecuada desinfección, de tal modo que el cloro residual se mantenga en el sistema de distribución, y sus características de color y olor deben ser tales que su aspecto estético sea aceptable para los usuarios, la FAO (2003) en el manual "Users Manual for Irrigation with treated Waste water", al igual que en esta investigación, tiene en cuenta la selección del método de riego y prioriza las estrategias para proteger la salud humana y el medio ambiente, medidas de control, aspectos socioculturales, legales, institucionales, económicos y el uso de cloro se mantenga en el proceso.

Las redes de distribución de aguas reutilizadas en áreas urbanas deben quedar claramente diferenciadas de las de agua potable para evitar usos inadecuados o contaminación de la red de agua potable, debiéndose imponer normas sobre profundidad de tubulares, color de las mismas, etcétera, Se indica que *"no se ha empleado aún este tipo de agua para el consumo humano"*, lo que no concuerda exactamente con la experiencia de Windhoek, en Namibia, desde hace 25 años (APHA-AWWA-WPCF (1992))."

Establecer el costo y el precio del agua regenerada es importante en el diseño y explotación de un SAR. Si bien es cierto, que se puede tener una aproximación detallada del costo de un SAR, no sucede lo mismo con el precio del agua regenerada. Esto se debe básicamente a que no existe un mercado de agua regenerada que permita determinarlo y, por tanto, el único valor de referencia es el precio del agua de las fuentes convencionales. Sin embargo, este precio no refleja todos los impactos que conllevan la regeneración y reutilización de las aguas residuales, las empresas prestadoras de servicio afirman que el uso de agua recirculada sigue siendo influenciado por diversos factores tales como la oportunidad y necesidad, la sequía y la fiabilidad del suministro de agua, el crecimiento versus ningún crecimiento, la expansión urbana, el ruido del tráfico y la contaminación del aire, y la percepción de la seguridad del agua regenerada, la estética, la voluntad política, y las políticas públicas que rigen la gestión sostenible de los recursos.

3.6 CONCLUSIONES

El desarrollo de éste proyecto permitió poner a la disposición de la sociedad en general un dispositivo económico, fácil de instalar y de dar mantenimiento, y de fácil reproducibilidad que permite aprovechar las aguas de la ducha y ser reutilizadas en los sanitarios. Con lo que se podría ahorrar hasta un 40% del agua potable para consumo humano que se utiliza en un hogar. El proyecto fue diseñado para que con las instalaciones actuales de nuestras casas, pueda adaptarse el dispositivo.

La creación del ente tomo como base experiencias de México y otros países, creemos que es un avance en el ahorro de agua potable para consumo humano y es una de las herramientas de las estrategias mundiales para racionalizar el consumo del agua, cada vez más escasa, y que debe apoyarse con una mayor concientización a la sociedad.

Tras analizar los resultados de los ensayos y mediciones realizadas, podemos afirmar con rotundidad, que este tipo de medidas economizadoras, no sólo favorecen la reducción del consumo de agua en la vivienda, sino también una disminución muy considerable del gasto energético, por reducir la demanda, lo que lleva aparejado un menor gasto, motivada no sólo por una mejor gestión de los recursos económicos, sino también por la característica de ser más respetuoso con el medioambiente y el crecimiento sostenible de nuestra sociedad.

Que además generan un mínimo del **50%** de ahorro de agua y de la energía derivada de su calentamiento, estando la media de los resultados obtenidos por encima del **59% de ahorro**.

Por lo tanto los resultados obtenidos expresan la total viabilidad técnica de reutilizar efluentes secundarios para fines urbanos de reúso doméstico y para fines no de consumo, recreativos y de limpieza viaria, siendo precisos algunos tratamientos terciarios. El presente estudio es viable debido a que se tendría un ahorro de agua potable en la vivienda, ya que se reutilizaría las aguas residuales grises para realizar actividades donde no se requiera una alta calidad de agua, como lo es el llenado de los tanques de inodoros de forma controlada y segura, y a la vez es factible ya que puede adaptarse al sistema existente.

3.7 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la experiencia acumulada durante el desarrollo de la presente Tesis, y con el objetivo de que se amplíen y a la vez se profundicen algunos aspectos de esta línea de investigación sobre reutilización de agua residual depurada, se proponen las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones:

- Estudiar la viabilidad económica de la reutilización de agua residual depurada frente a otras fuentes alternativas de agua.
- Es necesario impulsar nuevas investigaciones y divulgar los trabajos ya realizados sobre el mejoramiento del medio ambiente y así lograr ponerlo en práctica.
- Poner en práctica esta propuesta sobre la reutilización del agua residual y la separación de las aguas negras y grises en una vivienda.
- Es necesario comparar la resistencia y costo de los tanques a utilizar que se presentó en esta propuesta hechos de concreto reforzado, contra materiales prefabricados o de plástico encontrados en el mercado actual.
- Es necesario realizar un análisis de costos o presupuestos de materiales de un sistema tradicional contra un sistema de reutilización, y con ello poder conocer la diferencia que existe entre los sistemas y comparar el costo del agua potable.
- Hacer una propuesta para la reutilización de agua residual para un conjunto de viviendas, donde se propondrá especificaciones del sistema de aguas residuales para la separación de las aguas negras y grises y con ello efectuar el sistema de reutilización de las mismas con plantas de tratamiento formales.
- Al momento de implementar este tipo de sistemas se debe de cumplir la forma de operación y mantenimiento presentados; para garantizar la sostenibilidad del sistema y que a corto plazo no genere mayores problemas.
- Realizar una limpieza cada seis meses del depósito acumulador mediante el acceso en su parte superior. Para el mantenimiento es necesario realizar el vaciado de una de las cámaras mientras la otra está en servicio.
- Es necesario realizar la limpieza de la malla del depósito por lo menos cada mes, para evitar la descomposición de los sólidos.
- Para mayor seguridad, debido a que el agua del depósito está contaminada; se puede aplicar cloro.

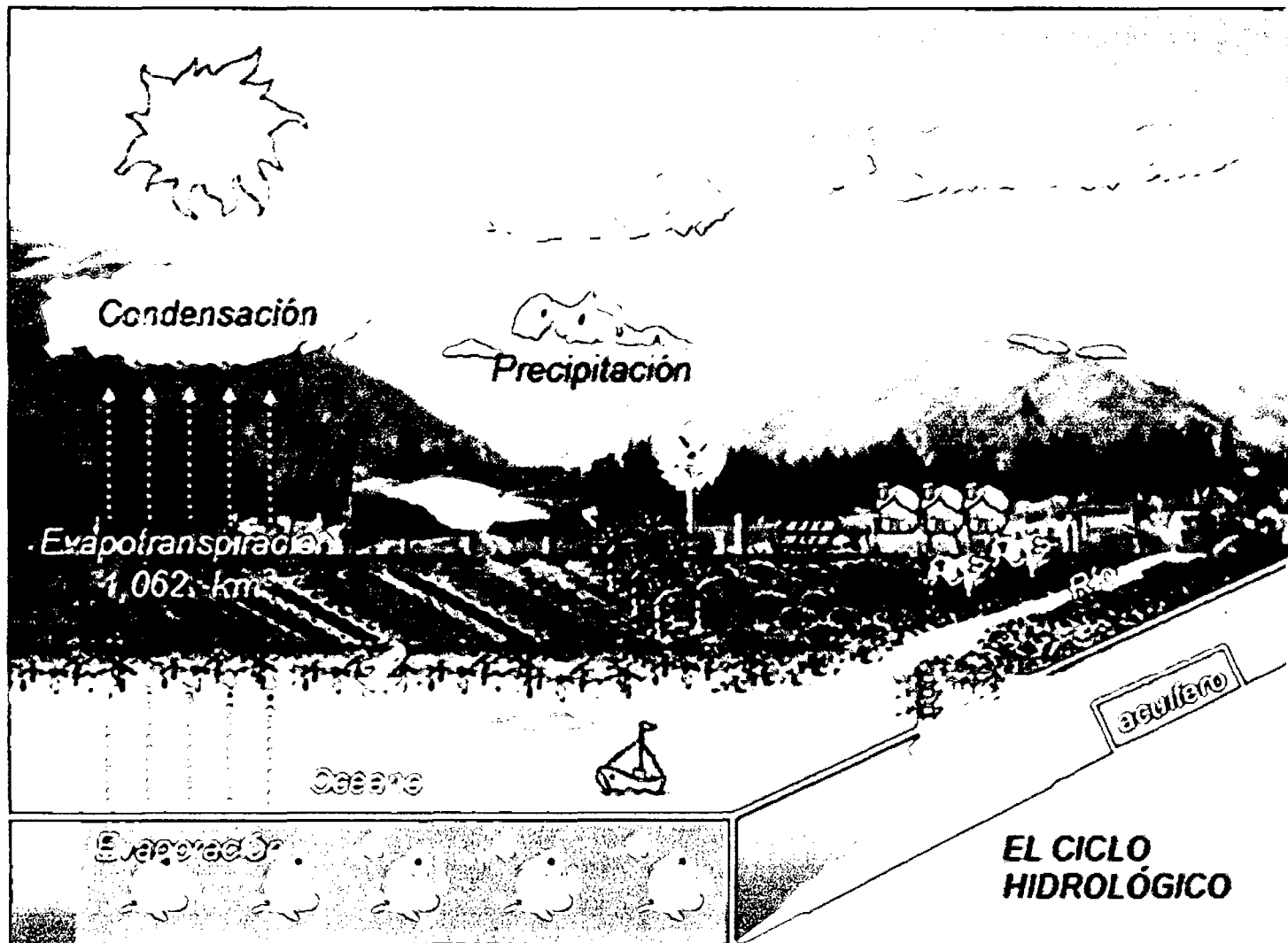
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Achaerandio Zuazo, L. y Caballeros, H. (2001). **Guía General para Realizar Trabajos de Investigación en la URL**. Universidad Rafael Landívar. 2da edición vol.2 Guatemala.
2. Acuerdo Gubernativo No. 13 (2,003). **Reglamento de la Calidad de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores**. Palacio Nacional. Guatemala.
3. Agrodesierto, S.L (1999). **Investigación, Conservación y Desarrollo de Zonas Áridas. Programas Tecnológicos**. Vol. 7. España: Edita.
4. CEPIS (2004). **Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente**. Decima cuarta edición. Organización Panamericana de la Salud.
5. Díaz Illescas, Luis Antonio (2003). **Diseño de la Ampliación de la Red de Distribución de San Andrés Itzapa, Chimaltenango y del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Aldea Los Corrales, Cajagualten**. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
6. Ecoaigua (1999). **Depuración y Reutilización de Aguas Grises..** Organización Mediterránea. Barcelona: Edita.
7. Fundación Tierra (1994). **Bioconstrucción. Gestión del Agua**. Protectorado del Ministerio de Educación Cultura. Barcelona: 2da edición Edita.
8. FAO. (1992). Wastewater Treatment and Use in Agriculture. FAO Irrigation and Drainage paper 47. pp. 2, 43:45, 49.
9. García Orozco, Jorge (1982). **El Reúso del Agua y sus Implicaciones**. Vanderbilt University Edit. 4ta-vol 5 Estados Unidos: Edita.
10. Instituto de Fomento Municipal (Infom), (2000). **Especificaciones Generales de Construcción. Bases de Licitación de Obras**. Instituto de Fomento Municipal (1ra. Edición). Guatemala: Edita.
11. Intertramp, S.L (2002). **Procesos y Normas de Construcción y Dimensionamiento. Fosa Séptica**. Registro Mercantil de Madrid. España: vol. 4 2da Edic.
12. Jorgensen, G. y Norum, K. (1993). **Subsurface drip irrigation: Theory, practices and application conference**. (Edition Unica). California, EE.UU: Edita.
13. Mayorga, R. (1999). **Diseño de Abastecimientos Rurales de Agua Potable**. 4ta edición editora MORA. Guatemala: Edita.
14. McGhee, T. (1999). **Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. Ingeniería Ambiental**. (6ta. Edición). Colombia: Edita.

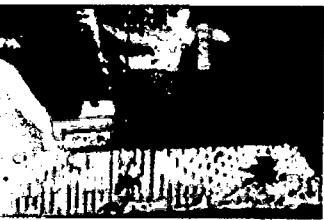
15. Merritt, F., Loftin, M. y Ricketts, J. (1999). **Manual del Ingeniero Civil.** (4ta.Edición). México: Edita.
16. Metcalf, A. y Eddy, J. (1991). **Ingeniería Sanitaria. Agua Residual Municipal.** Edit. Madr. 2da Edic.
17. Morales, J. (2003). **Infojardín. Sistemas de Riego. Riego Subterráneo.** 1ra vol. España: Edita.
18. Mujeriego, R. (1990). **Manual Práctico de Riego con Agua Residual Municipal Regenerada. Calidad de un Agua de Riego.** Editorial LAM 4ta edición}
19. O.M.S. (1989) Informe de un grupo científico: Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Serie Informes Técnicos778. Ginebra.
20. Raluy, A. (1991). **Diccionario Porrúa de la Lengua Española.** (Trigésimo segunda Edición). México: Edita.
21. Salazar, D. (2003). **Guía para el Manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales.** PROARCA / SIGMA. Guatemala: 2da Edicion
22. Salgot, M. (1994) **Prevençió del risc Sanitari derivat de la reutilització d' aigües residuals depurades com a aigües de reg.** Departamento de Sanidad y Seguridad Social, Generalitat de Catalunya. Posibilidad de Reutilización.
23. Schnedier, W (1991). **Manual de Disposición de Aguas Residuales Origen, Descarga, Tratamiento y Análisis de las Aguas Residuales.** CEPIS/ OPS/ OMS. Lima, Perú: Edita.
24. APHA-AWWA-WPCF (1992). "Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales". ISBN 84-7978-031-2, Ediciones Díaz de Santos S.A, Madrid.

ANEXOS

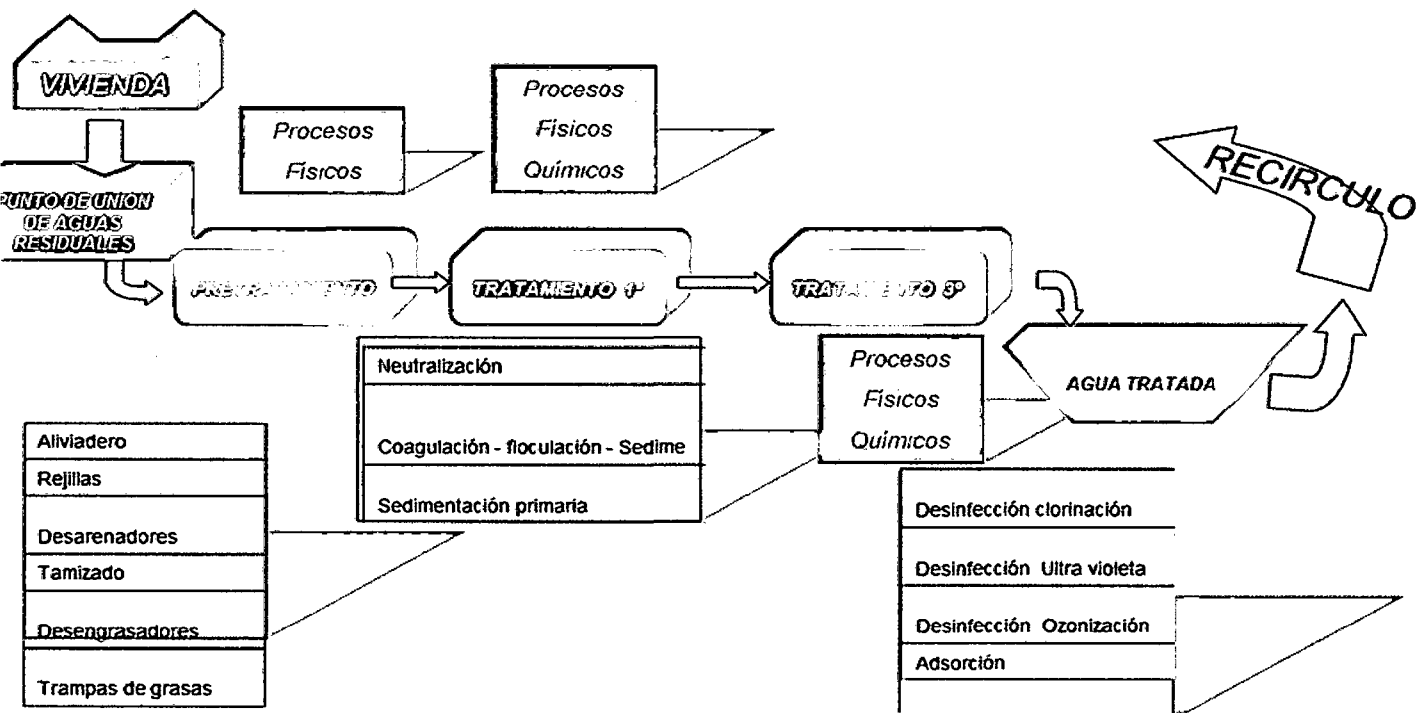
ESQUEMA DEL CICLO DE AGUA



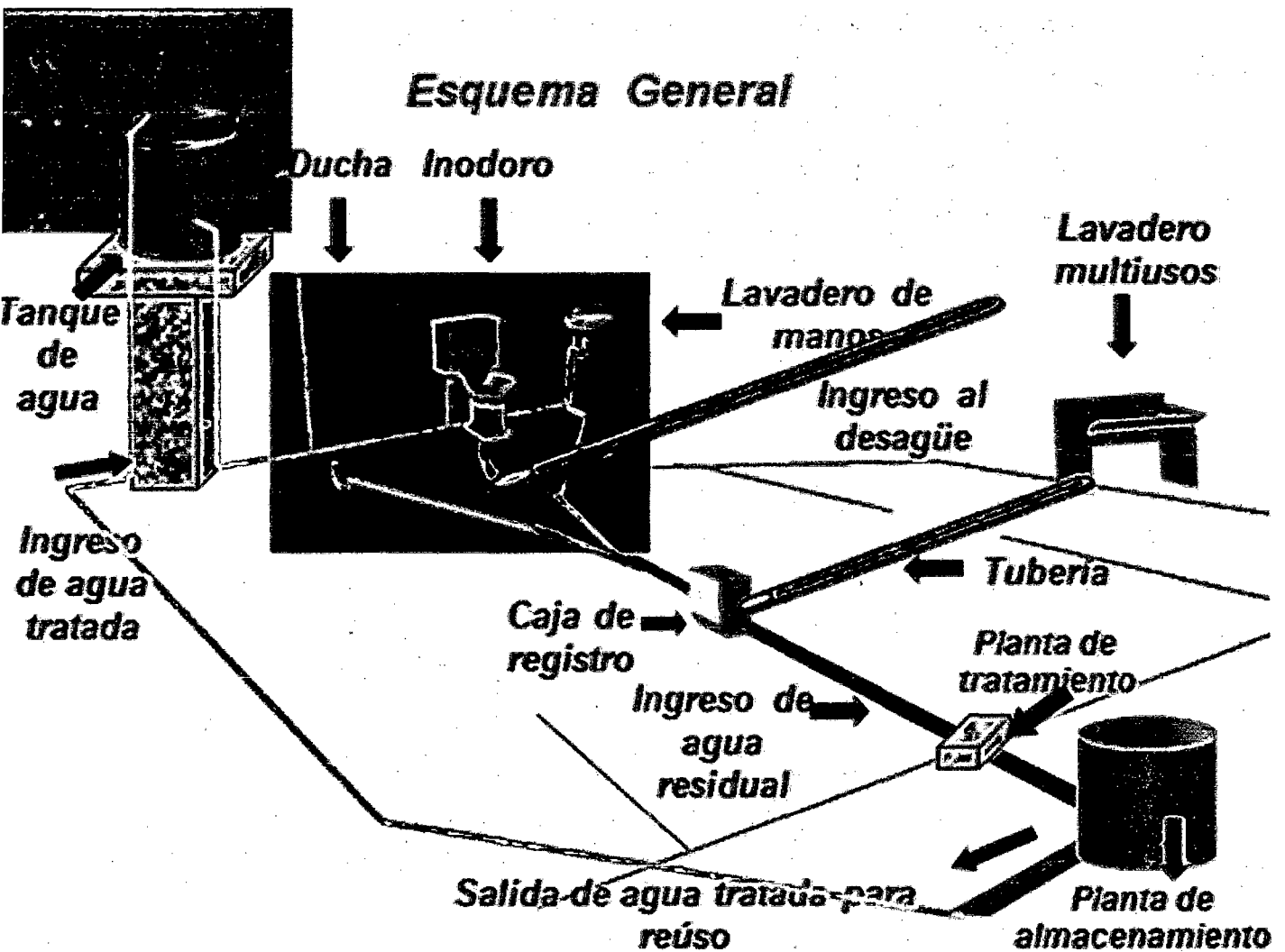
MODELO DEL DISEÑO DE TRATAMIENTO



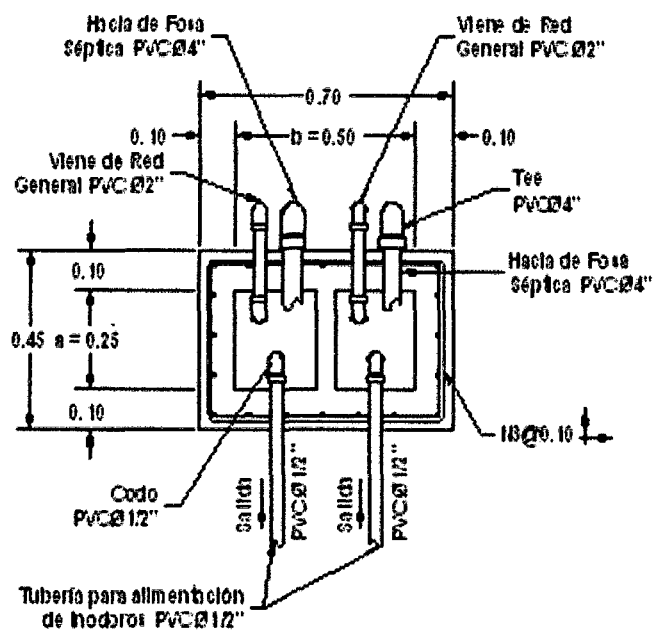
TRATAMIENTO DE ARD



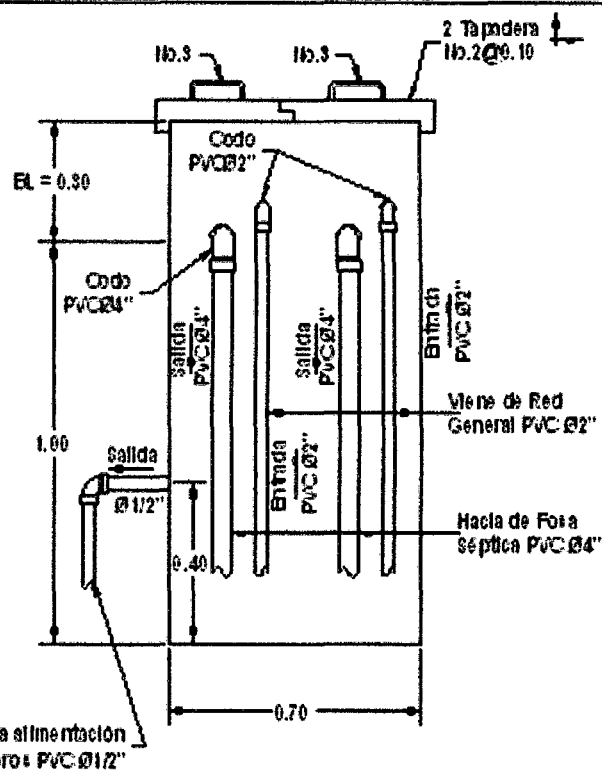
MODELO DEL DISEÑO PROPUESTO



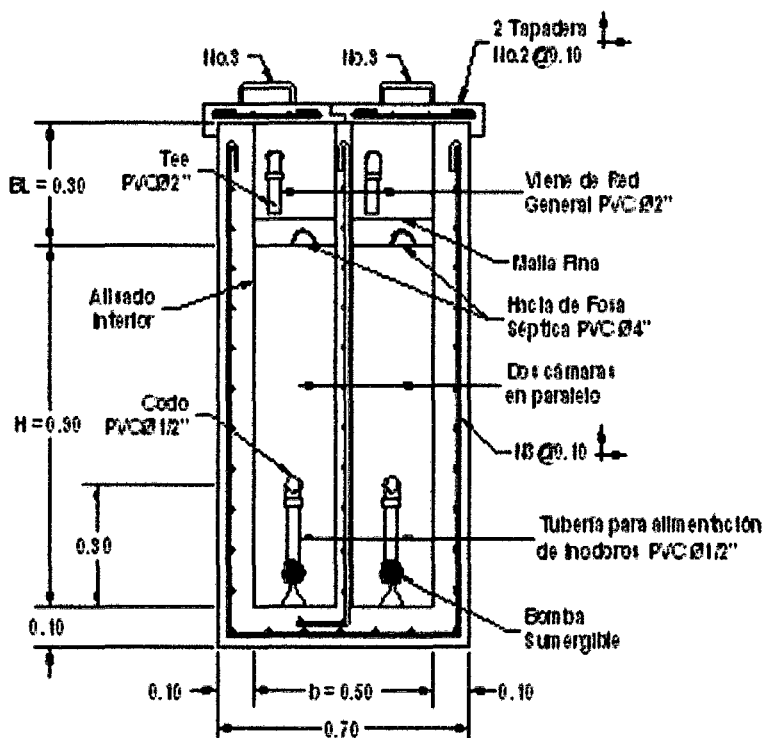
A1. Detalle del tanque acumulador



PLANTA



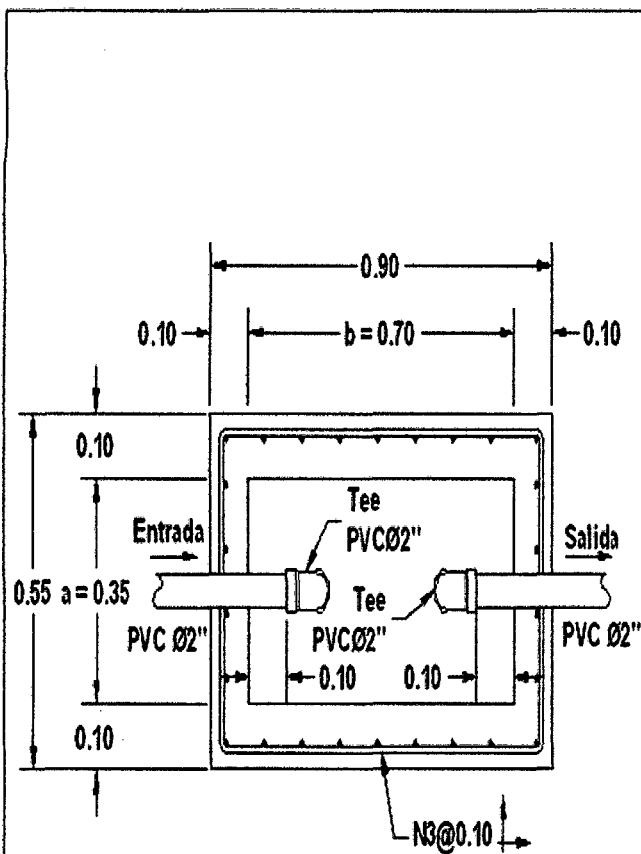
ELEVACION POSTERIOR



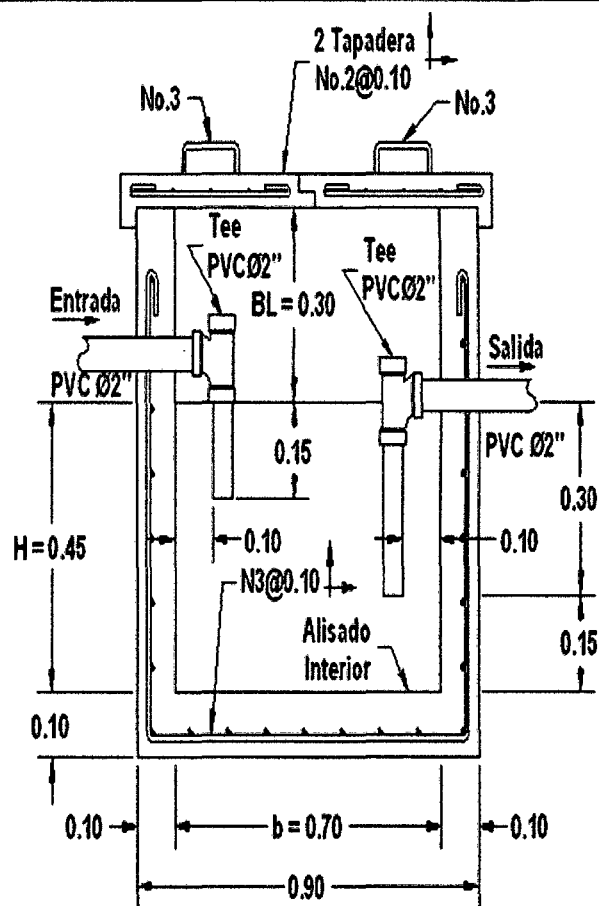
SECCION LONGITUDINAL

DETALLE DE TANQUE ACUMULADOR

A2. Detalle de trampa de grasa



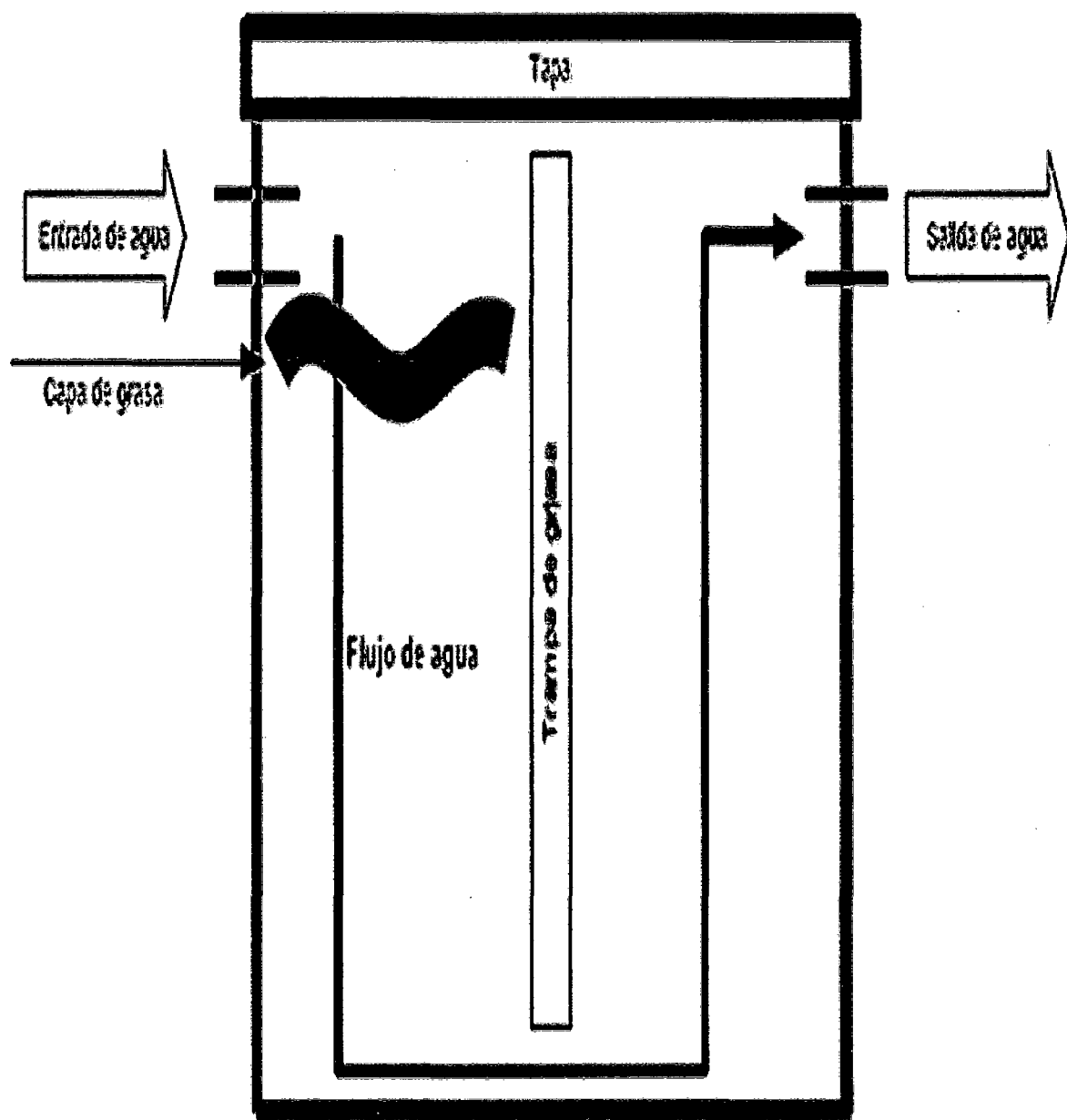
PLANTA



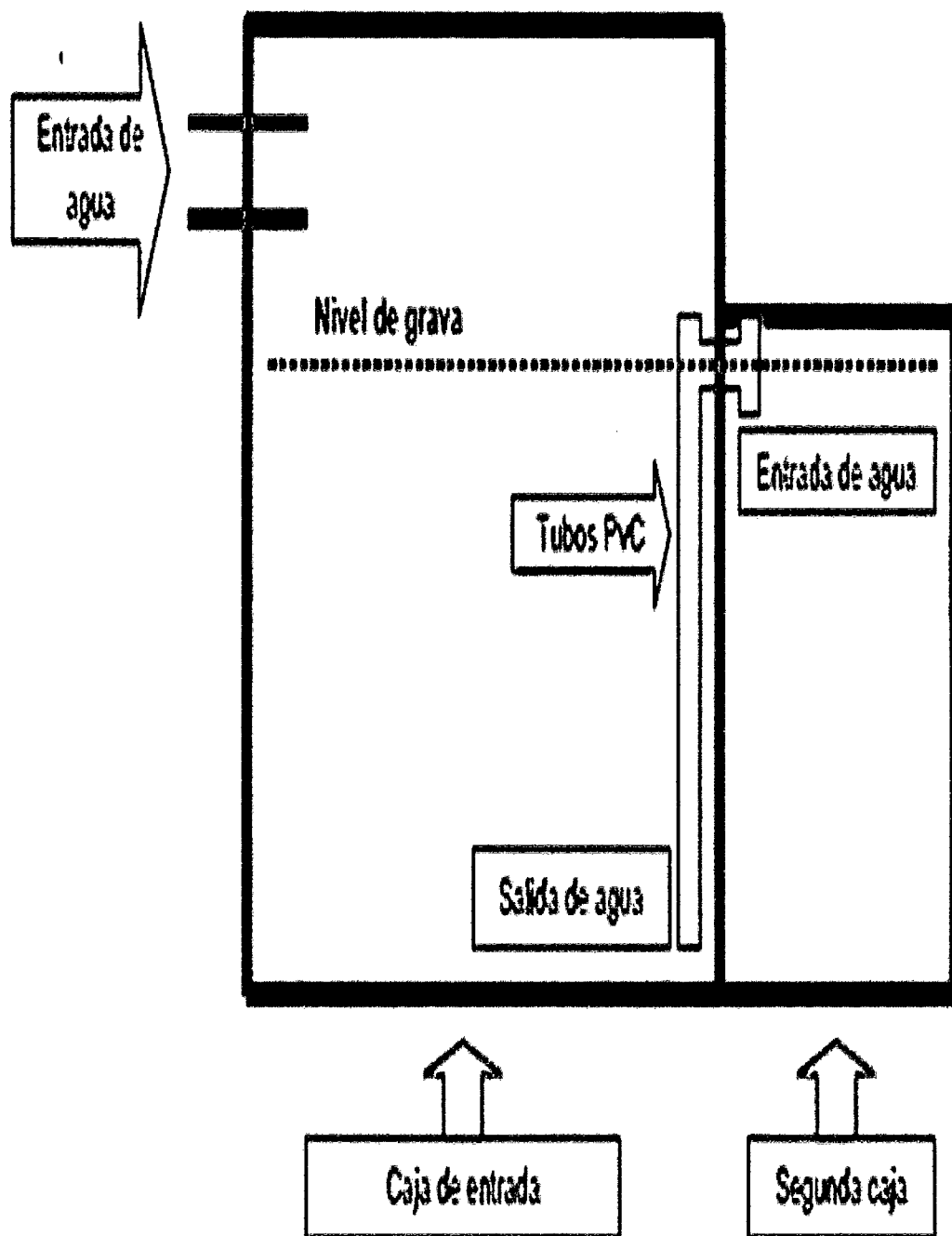
ELEVACION

DETALLE DE TRAMPA DE GRASA

**A3. Registro de aguas Residuales con
trampa de grasas, vista lateral**

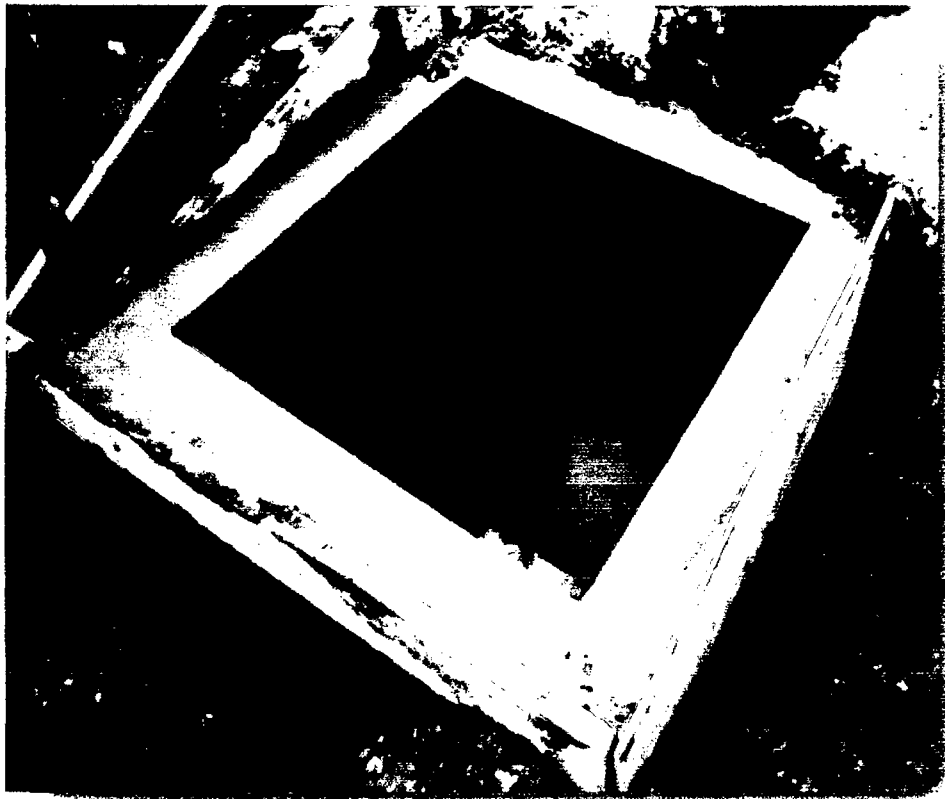


**A4. Corte transversal del primer
registro o el de entrada de agua para
amortiguar las descargas rápidas:**

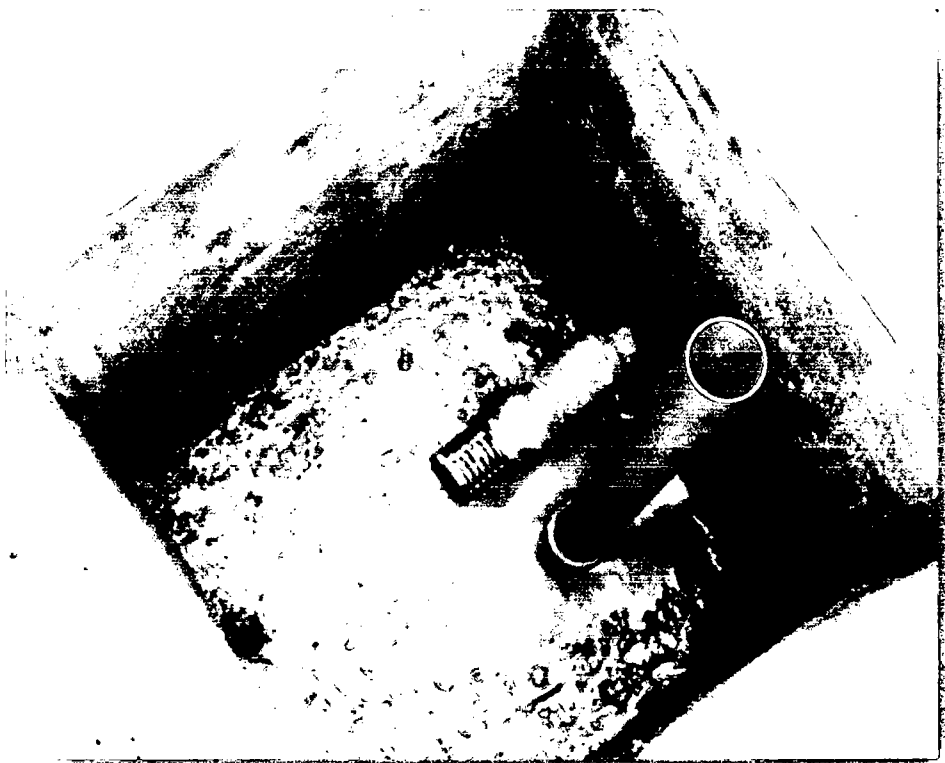


A5. PANEL FOTOGRAFICO

- **Construccion de la caja de registro**



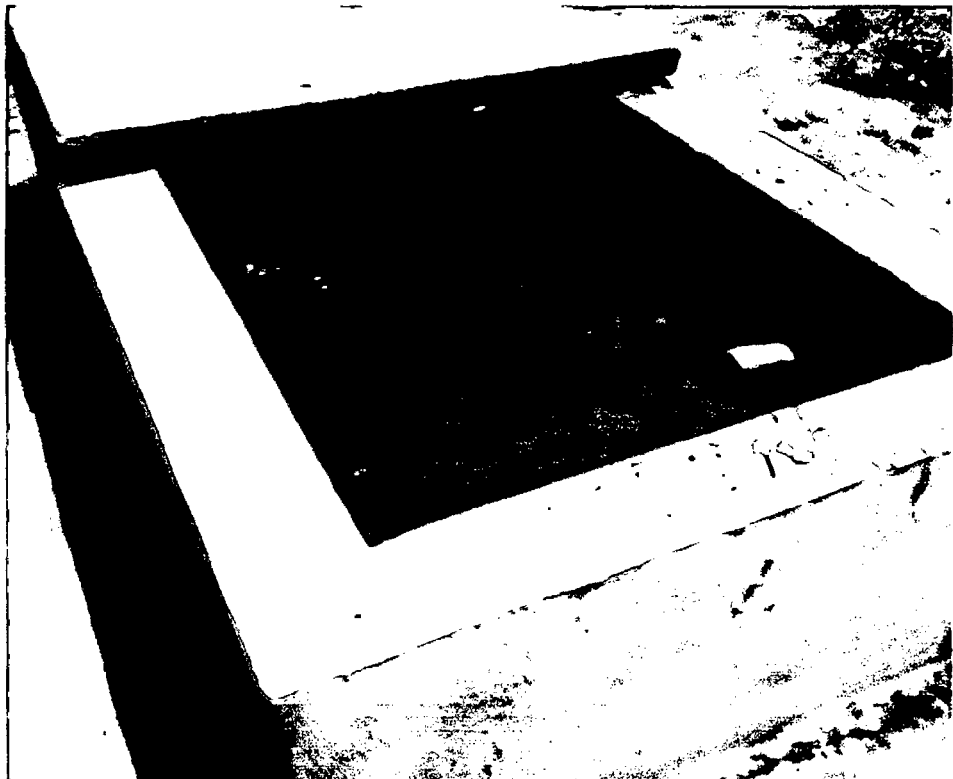
- **Instalacion del filtro en la caja de registro**



- **Construccion de la trampa de grasa**



- **Prueba y llenado del tanque acumulador de agua tratada**



- **Instalación de los servicios de la casa para abastecer de agua residuales grises al sistema.**



- **Instalación de tanque elevado para reúso del agua reciclado en el inodoro en la Huerta**



**A6. RESOLUCION JEFATURAL N° 058-2012-
ANA**



RESOLUCIÓN JEFATURAL Nº 058 -2012-ANA

Lima, 10 FEB. 2012

CONSIDERANDO:

Que, según numeral 15.3 del artículo 15º de la Ley Nº 29338, Ley de Recursos Hídricos, la Autoridad Nacional del Agua tiene como función dictar normas y establecer procedimientos para asegurar la gestión integral y sostenible de los recursos hídricos;

Que, de acuerdo al numeral 137.3 del artículo 137º y numeral 149.1 del artículo 149º del Reglamento de la precitada ley, aprobado por Decreto Supremo Nº 001-2010-AG, la Autoridad Nacional del Agua, dictará las disposiciones necesarias y aprueba los Procedimientos para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reusos de Aguas Residuales Tratadas;

Que, en cumplimiento de las citadas normas legales, la Autoridad Nacional del Agua, ha elaborado el "Proyecto de Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reusos de Aguas Residuales Tratadas" que consta de tres (03) Títulos, cuarenta y ocho (48) artículos, dos (02) disposiciones complementarias finales y una (01) disposición complementaria transitoria; y,

Estando a lo opinado por la Oficina de Asesoría Jurídica, con los vistos de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos y de la Secretaría General, y conforme al artículo 14º del Decreto Supremo Nº 001-2009-JUS y el artículo 39º del Decreto Supremo Nº 002-2009-MINAM.

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Prepublicación del "Proyecto de Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reusos de Aguas Residuales Tratadas"

Dispóngase la prepublicación por quince (15) días hábiles, en el portal web de la Autoridad Nacional del Agua www.ana.gob.pe el "Proyecto de Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reusos de Aguas Residuales Tratadas", a fin que los interesados remitan sus opiniones y sugerencias a la siguiente dirección de correo electrónico: lzapata@ana.gob.pe.

Artículo 2º.- Órgano encargado de recepcionar los aportes y comentarios

Encargar a la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos la recepción y análisis de las opiniones y sugerencias que se presenten respecto al proyecto de reglamento señalado en el artículo precedente de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y publíquese.



HUGO EDUARDO JARA FACUNDO

Jefe

Autoridad Nacional del Agua



REGLAMENTO DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS PARA EL OTORGAMIENTO DE AUTORIZACIONES DE VERTIMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS

TÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1º.- Objeto y ámbito de aplicación

- 1.1. El presente Reglamento tiene por objeto regular los procedimientos administrativos a seguir para el otorgamiento de autorizaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas a cuerpos naturales de agua continental o marina y de reuso de aguas residuales tratadas, denominándosele, en adelante, el "Reglamento".
- 1.2. Este Reglamento es de aplicación nacional y obligatorio cumplimiento para todos los órganos de la Autoridad Nacional del Agua y toda persona natural o jurídica que efectúe vertimientos de aguas residuales a un cuerpo natural de agua, o realice su reutilización.
- 1.3. Cuando se haga referencia a la "Ley" o al "Reglamento de la Ley", deberá entenderse que se trata de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos o a su Reglamento, aprobado con el Decreto Supremo N° 001-2010-AG.

Artículo 2º.- Definiciones

Para la aplicación del presente Reglamento se utilizarán las siguientes definiciones:

- 2.1. **Aguas de escorrentía:** Aguas procedentes de las precipitaciones pluviales que discurren por la superficie terrestre.
- 2.2. **Aguas de inyección:** Aguas residuales tratadas cuya disposición final se efectúa a través de su confinamiento permanente por debajo del suelo.
- 2.3. **Aguas de mina:** Aguas resultantes de los trabajos ejecutados en interior de mina y que por estar en contacto con cuerpos mineralizados adquieren características que hacen necesario su tratamiento previo a su disposición final.
- 2.4. **Aguas de refrigeración:** Aguas utilizadas en el proceso de generación de vacío o extracción de calor, que no entran en contacto con la materia prima utilizada en el proceso productivo ni ningún otra sustancia o material contaminante que altere sus características originales y que demande de un tratamiento específico para su disposición. No son consideradas aguas residuales en tanto correspondan a esta definición.
- 2.5. **Aguas de reinyección:** Aguas provenientes de la actividad de extracción de hidrocarburos, cuya disposición final se realiza en pozos de origen.
- 2.6. **Aguas desalinizadas:** Aguas obtenidas del proceso de extracción de las sales disueltas en el agua de mar, salinas o salobres, hasta alcanzar los valores aceptables para el requerimiento de un uso determinado.
- 2.7. **Aguas residuales:** Aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, que tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieran de un tratamiento previo.
- 2.8. **Aguas residuales domésticas:** Aguas residuales de origen residencial, comercial e institucional que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.
- 2.9. **Aguas residuales industriales:** Aguas residuales originadas como consecuencia de la manufactura de un producto específico.
- 2.10. **Aguas residuales municipales:** Aguas residuales domésticas que pueden incluir la mezcla con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial siempre que éstas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.
- 2.11. **Agua salina:** Agua que se encuentra en los océanos y mares, incluye las aguas de transición.
- 2.12. **Agua salobre:** Agua caracterizada por su alta concentración de sales minerales disueltas, en cantidades mayores a las del agua dulce pero menores a las del agua salina.
- 2.13. **Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua):** Nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físico, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de ecosistemas acuáticos, que no representa



riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

- 2.14. Expediente administrativo:** Conjunto de documentos compuesto por la solicitud presentada por el administrado, requisitos, fichas de evaluación del cumplimiento de los requisitos para autorizaciones de vertimiento y/o reuso y toda la documentación que se genere en el marco de la evaluación técnica para el otorgamiento de autorización de vertimiento y/o reuso de aguas residuales tratadas.
- 2.15. Límite Máximo Permisible:** Medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente. Según el parámetro en particular al que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.
- 2.16. Punto de control:** representa aquel lugar previamente establecido en un cuerpo de agua para llevar a cabo la evaluación de su calidad y cantidad, como parte de las actividades de fiscalización de vertimientos autorizados.
- 2.17. Reuso de agua residual tratada:** Reutilización de aguas residuales, previamente tratadas, resultantes de las actividades antropogénicas.
- 2.18. Salmueras:** Aguas residuales generadas como producto del proceso de desalinización de agua, caracterizadas por su alto contenido de sales.
- 2.19. Vertimiento de aguas residuales tratadas:** Descarga de aguas residuales previamente tratadas, que se efectúa en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluye a las provenientes de naves y artefactos navales.
- 2.20. Vertimiento de salmueras:** Descarga de aguas con alto contenido de sales disueltas, a un cuerpo natural de agua marina, que se obtienen como resultado del proceso de desalinización. Son consideradas aguas residuales, por lo que su vertimiento requiere de autorización.

Artículo 3º.- Naturaleza de los procedimientos administrativos

Los procedimientos administrativos, señalados en el presente Reglamento, se tramitan a solicitud de parte, conforme a las disposiciones del Título V del Reglamento de la Ley, siendo de evaluación previa sujeta a silencio administrativo negativo.

Artículo 4º.- Inscripción en el Registro Oficial de Vertimiento y Reuso de Aguas Residuales Tratadas

El otorgamiento, suspensión, rectificación, modificación y extinción de las autorizaciones de vertimiento y reuso de aguas residuales tratadas se inscriben de oficio en el Registro Oficial de Vertimiento y Reuso de Aguas Residuales Tratadas, el cual está a cargo de la Autoridad Nacional del Agua.

Artículo 5º.- Oportunidad de presentación de solicitudes de renovación de autorización de vertimiento y reuso de aguas residuales tratadas

Las solicitudes de autorización de vertimiento y reuso de aguas residuales tratadas, con carácter de renovación, deberán ser presentadas ante la Autoridad Nacional del Agua, con una anticipación mínima de tres (03) meses al vencimiento del plazo de vigencia de la autorización por renovar.

Artículo 6º.- Derechos de uso de agua

No se otorgarán autorizaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas, ni autorizaciones de reuso de aguas residuales tratadas en aquellos casos en los que la actividad generadora de aguas residuales no cuente con el respectivo derecho de uso de agua, cuando corresponda.



A7. LEY DE RECURSOS HIDRICOS

Ley de Recursos Hídricos

LEY N° 29338

CONCORDANCIAS: R.J. N° 0291-2009-ANA (Dictan disposiciones referidas al otorgamiento de autorizaciones de vertimientos y de reúsos de aguas residuales tratadas)

LEY DE RECURSOS HÍDRICOS

TÍTULO PRELIMINAR

Artículo I.- Contenido

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

Artículo II.- Finalidad

La presente Ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

Artículo III.- Principios

Los principios que rigen el uso y gestión integrada de los recursos hídricos son:

1. Principio de valoración del agua y de gestión integrada del agua

El agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos. El agua es parte integrante de los ecosistemas y renovable a través del ciclo hidrológico.

2. Principio de prioridad en el acceso al agua

El acceso al agua para la satisfacción de las necesidades primarias de la persona humana es prioritario por ser un derecho fundamental sobre cualquier uso, inclusive en épocas de escasez.

3. Principio de participación de la población y cultura del agua

El Estado crea mecanismos para la participación de los usuarios y de la población organizada en la toma de decisiones que afectan el agua en cuanto a calidad, cantidad, oportunidad u otro atributo del recurso. Fomenta el fortalecimiento institucional y el desarrollo técnico de las organizaciones de usuarios de agua.

Promueve programas de educación, difusión y sensibilización, mediante las autoridades del sistema educativo y la sociedad civil, sobre la importancia del agua para la humanidad y los sistemas ecológicos, generando conciencia y actitudes que propicien su buen uso y valoración.

4. Principio de seguridad jurídica

El Estado consagra un régimen de derechos para el uso del agua. Promueve y vela por el respeto de las condiciones que otorgan seguridad jurídica a la inversión relacionada con su uso, sea pública o privada o en coparticipación.

5. Principio de respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas

El Estado respeta los usos y costumbres de las comunidades campesinas y comunidades nativas, así como su derecho de utilizar las aguas que discurren por sus tierras, en tanto no se oponga a la Ley. Promueve el conocimiento y tecnología ancestral del agua.

6. Principio de sostenibilidad

El Estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran.

El uso y gestión sostenible del agua implica la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos en el desarrollo nacional, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

TÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- El agua

El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación.

Artículo 2.- Dominio y uso público sobre el agua

El agua constituye patrimonio de la Nación. El dominio sobre ella es inalienable e imprescriptible. Es un bien de uso público y su administración solo puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común, la protección ambiental y el interés de la Nación. No hay propiedad privada sobre el agua.

Artículo 3.- Declaratoria de interés nacional y necesidad pública

Declárase de interés nacional y necesidad pública la gestión integrada de los recursos hídricos con el propósito de lograr eficiencia y sostenibilidad en el manejo de las cuencas hidrográficas y los acuíferos para la conservación e incremento del agua, así como asegurar su calidad fomentando una nueva cultura del agua, para garantizar la satisfacción de la demanda de las actuales y futuras generaciones.

Artículo 4.- Denominaciones

Cuando se haga referencia a “la Ley” o “el Reglamento”, se entiende que se trata de la presente Ley o de su Reglamento. La Autoridad Nacional debe entenderse como Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Consejo de Cuenca como Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca.

Artículo 5.- El agua comprendida en la Ley

El agua cuya regulación es materia de la presente Ley comprende lo siguiente:

1. La de los ríos y sus afluentes, desde su origen natural;
2. la que discurre por cauces artificiales;
3. la acumulada en forma natural o artificial;
4. la que se encuentra en las ensenadas y esteros;
5. la que se encuentra en los humedales y manglares;

6. la que se encuentra en los manantiales;
7. la de los nevados y glaciares;
8. la residual;
9. la subterránea;
10. la de origen minero medicinal;
11. la geotermal;
12. la atmosférica; y
13. la proveniente de la desalación.

CAPÍTULO II

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Artículo 14.- La Autoridad Nacional como ente rector

La Autoridad Nacional es el ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Es responsable del funcionamiento de dicho sistema en el marco de lo establecido en la Ley.

Artículo 15.- Funciones de la Autoridad Nacional

Son funciones de la Autoridad Nacional las siguientes:

1. Elaborar la política y estrategia nacional de los recursos hídricos y el plan nacional de gestión de los recursos hídricos, conduciendo, supervisando y evaluando su ejecución, los que deberán ser aprobados por decreto supremo, refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros;
2. establecer los lineamientos para la formulación y actualización de los planes de gestión de los recursos hídricos de las cuencas, aprobarlos y supervisar su implementación;
3. proponer normas legales en materia de su competencia, así como dictar normas y establecer procedimientos para asegurar la gestión integral y sostenible de los recursos hídricos;
4. elaborar el método y determinar el valor de las retribuciones económicas por el derecho de uso de agua y por el vertimiento de aguas residuales en fuentes naturales de agua, valores que deben ser aprobados por decreto supremo; así como, aprobar las tarifas por uso de la infraestructura hidráulica, propuestas por los operadores hidráulicos;
5. aprobar, previo estudio técnico, reservas de agua por un tiempo determinado cuando así lo requiera el interés de la Nación y, como último recurso, el trasvase de agua de cuenca;
6. declarar, previo estudio técnico, el agotamiento de las fuentes naturales de agua, zonas de veda y zonas de protección, así como los estados de emergencia por escasez, superávit hídrico, contaminación de las fuentes naturales de agua o cualquier conflicto relacionado con la gestión sostenible de los recursos hídricos, dictando las medidas pertinentes;
7. otorgar, modificar y extinguir, previo estudio técnico, derechos de uso de agua, así como aprobar la implementación, modificación y extinción de servidumbres de uso de agua, a través de los órganos desconcentrados de la Autoridad Nacional.

CAPÍTULO IV

FUNCIONES DE LOS GOBIERNOS REGIONALES Y GOBIERNOS LOCALES

Artículo 25.- Ejercicio de las funciones de los gobiernos regionales y gobiernos locales

Los gobiernos regionales y gobiernos locales, a través de sus instancias correspondientes, intervienen en la elaboración de los planes de gestión de recursos hídricos de las cuencas. Participan en los Consejos de Cuenca y desarrollan acciones de control y vigilancia, en coordinación con la Autoridad Nacional, para garantizar el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.

La infraestructura hidráulica mayor pública que transfiera el gobierno nacional a los gobiernos regionales es operada bajo los lineamientos y principios de la Ley, y las directivas que emita la Autoridad Nacional.

TÍTULO III

USOS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Artículo 34.- Condiciones generales para el uso de los recursos hídricos

El uso de los recursos hídricos se encuentra condicionado a su disponibilidad. El uso del agua debe realizarse en forma eficiente y con respeto a los derechos de terceros, de acuerdo con lo establecido en la Ley, promoviendo que se mantengan o mejoren las características físico-químicas del agua, el régimen hidrológico en beneficio del ambiente, la salud pública y la seguridad nacional.

Artículo 35.- Clases de usos de agua y orden de prioridad

La Ley reconoce las siguientes clases de uso de agua:

1. Uso primario.
2. Uso poblacional.
3. Uso productivo.

La prioridad para el otorgamiento y el ejercicio de los usos anteriormente señalados sigue el orden en que han sido enunciados.

Artículo 36.- Uso primario del agua

El uso primario consiste en la utilización directa y efectiva de la misma, en las fuentes naturales y cauces públicos de agua, con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias. Comprende el uso de agua para la preparación de alimentos, el consumo directo y el aseo personal; así como su uso en ceremonias culturales, religiosas y rituales.

Artículo 37.- Características del uso primario

El uso primario del agua no requiere autorización administrativa y se ejerce por la sola disposición de la Ley. Es inocuo al ambiente y a terceros, no tiene fin lucrativo y se ejerce en forma gratuita por las personas, bajo su propia responsabilidad, restringido solo a medios manuales y condicionado a que:

1. No altere las fuentes de agua en su cantidad y calidad, y
2. no afecte los bienes asociados al agua.

Artículo 38.- Zonas de libre acceso para el uso primario

El Estado garantiza el libre acceso a las fuentes naturales y cauces artificiales públicos, sin alterarlos y evitando su contaminación, para satisfacer directamente las necesidades primarias de la población. La Autoridad Nacional fija, cuando sea necesario, lugares o zonas de libre acceso.

Artículo 43.- Tipos de uso productivo del agua

Son tipos de uso productivo los siguientes:

1. Agrario: pecuario y agrícola;
2. Acuícola y pesquero;
3. Energético;
4. Industrial;
5. Medicinal;
6. Minero;
7. Recreativo;
8. Turístico; y
9. de transporte.

Se podrá otorgar agua para usos no previstos, respetando las disposiciones de la presente Ley.

CAPÍTULO II

LICENCIA DE USO DE AGUA

Artículo 47.- Definición

La licencia de uso del agua es un derecho de uso mediante el cual la Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca respectivo, otorga a su titular la facultad de usar este recurso natural, con un fin y en un lugar determinado, en los términos y condiciones previstos en los dispositivos legales vigentes y en la correspondiente resolución administrativa que la otorga.

Artículo 48.- Clases de licencia de uso

La licencia de uso del agua puede ser otorgada para uso consuntivo y no consuntivo.

Artículo 49.- Reversión de recursos hídricos

La Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, promueve la reversión de los excedentes de recursos hídricos que se obtengan en virtud del cumplimiento de la presente norma, considerando para ello la normativa establecida por el Ministerio del Ambiente en la materia de su competencia.

Los usuarios u operadores de infraestructura hidráulica que generen excedentes de recursos hídricos y que cuenten con un certificado de eficiencia tienen preferencia en el otorgamiento de nuevos derechos de uso de agua que se otorguen sobre los recursos excedentes.

El Reglamento establece las condiciones para la aplicación de lo establecido en el presente artículo.

Artículo 50.- Características de la licencia de uso

Son características de la licencia de uso las siguientes:

1. Otorgar a su titular facultades para usar y registrar una dotación anual de agua expresada en metros cúbicos, extraída de una fuente, pudiendo ejercer las acciones legales para su defensa;
2. se extingue por las causales previstas en la Ley;
3. su plazo es indeterminado mientras subsista la actividad para la que fue otorgada;
4. atribuye al titular la potestad de efectuar directamente o en coparticipación, según el caso, inversiones en tratamiento, transformación y reutilización para el uso otorgado. El agua excedente se entrega a la Autoridad Nacional para su distribución;
5. faculta a ejercer las servidumbres previstas en esta Ley y de acuerdo con las actividades y tipo de uso del agua que realice el titular;
6. es inherente al objeto para el cual fue otorgado; y,
7. las licencias de uso no son transferibles. Si el titular no desea continuar usándola debe revertirla al Estado, a través de la Autoridad Nacional.

Artículo 51.- Licencia de uso en bloque

Se puede otorgar licencia de uso de agua en bloque para una organización de usuarios de agua reconocida, integrada por una pluralidad de personas naturales o jurídicas que usen una fuente de agua con punto de captación común.

Las organizaciones titulares de licencias de uso de agua en bloque emiten certificados nominativos que representen la parte que corresponde de la licencia a cada uno de sus integrantes.

CAPÍTULO III

OTROS DERECHOS DE USO DE AGUA

Artículo 59.- Permiso de uso sobre aguas residuales

El permiso de uso sobre aguas residuales, otorgado por la Autoridad Nacional, es un derecho de uso de duración indeterminada, mediante el cual se otorga a su titular la facultad de usar una determinada cantidad de agua variable, proveniente de filtraciones resultantes del ejercicio del derecho de los titulares de licencias de uso.

Los titulares de licencias que producen las filtraciones no son responsables de las consecuencias o de los perjuicios que puedan sobrevenir si variara la calidad, el caudal o volumen, u oportunidad o si dejara de haber sobrantes de agua en cualquier momento o por cualquier motivo.

Artículo 60.- Requisitos del permiso de uso

Son requisitos para obtener un permiso de uso de agua los siguientes:

1. Que el solicitante acredite ser propietario o poseedor legítimo del predio en el que hará uso eventual del recurso; y
2. que el predio cuente con las obras autorizadas de captación, conducción, utilización, avenamiento, medición y las demás que fuesen necesarias para el uso eventual del recurso.

Artículo 61.- Otorgamiento, modificación y extinción del permiso de uso de agua

Al otorgamiento, modificación y extinción del permiso de uso se le aplican las disposiciones sobre licencia de uso, en lo que corresponda. La solicitud y resolución administrativa de otorgamiento de permiso de uso contiene los mismos datos que los establecidos para la licencia de uso, cuando corresponda.

Artículo 62.- Autorización de uso de agua

La autorización de uso de agua es de plazo determinado, no mayor a dos (2) años, mediante el cual la Autoridad Nacional otorga a su titular la facultad de usar una cantidad anual de agua para cubrir exclusivamente las necesidades de aguas derivadas o relacionadas directamente con lo siguiente:

1. Ejecución de estudios.
2. Ejecución de obras.
3. Lavado de suelos.

TÍTULO V

PROTECCIÓN DEL AGUA

Artículo 73.- Clasificación de los cuerpos de agua

Los cuerpos de agua pueden ser clasificados por la Autoridad Nacional teniendo en cuenta la cantidad y calidad del agua, consideraciones hidrográficas, las necesidades de las poblaciones locales y otras razones técnicas que establezca.

CONCORDANCIAS: R.J. N° 0291-2009-ANA

Artículo 74.- Faja marginal

En los terrenos aledaños a los cauces naturales o artificiales, se mantiene una faja marginal de terreno necesaria para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia u otros servicios. El Reglamento determina su extensión.

Artículo 75.- Protección del agua

La Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ésta en el marco de la Ley y demás normas aplicables. Para dicho fin, puede coordinar con las instituciones públicas competentes y los diferentes usuarios.

La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca correspondiente, ejerce funciones de vigilancia y fiscalización con el fin de prevenir y combatir los efectos de la contaminación del mar, ríos y lagos en lo que le corresponda. Puede coordinar, para tal efecto, con los sectores de la administración pública, los gobiernos regionales y los gobiernos locales.

El Estado reconoce como zonas ambientalmente vulnerables las cabeceras de cuenca donde se originan las aguas. La Autoridad Nacional, con opinión del Ministerio del Ambiente, puede declarar zonas intangibles en las que no se otorga ningún derecho para uso, disposición o vertimiento de agua.

Artículo 76.- Vigilancia y fiscalización del agua

La Autoridad Nacional en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa, fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del agua sobre la base de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y las disposiciones y programas para su implementación establecidos por autoridad del ambiente. También establece medidas para prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes asociados a esta. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso.

Artículo 77.- Agotamiento de la fuente

Una fuente de agua puede ser declarada agotada por la Autoridad Nacional, previo estudio técnico. A partir de dicha declaración no se puede otorgar derechos de uso de agua adicionales, salvo extinción de alguno de los derechos de uso previamente existentes.

Artículo 78.- Zonas de veda y zonas de protección

La Autoridad Nacional puede declarar zonas de veda y zonas de protección del agua para proteger o restaurar el ecosistema y para preservar fuentes y cuerpos de agua, así como los bienes asociados al agua.

En estos casos se puede limitar o suspender de manera temporal los derechos de uso de agua. Cuando el riesgo invocado para la declaratoria señalada afecte la salud de la población, se debe contar con la opinión sustentada y favorable de la Autoridad de Salud.

Artículo 79.- Vertimiento de agua residual

La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.

En caso de que el vertimiento del agua residual tratada pueda afectar la calidad del cuerpo receptor, la vida acuática asociada a este o sus bienes asociados, según los estándares de calidad establecidos o estudios específicos realizados y sustentados científicamente, la Autoridad Nacional debe disponer las medidas adicionales que hagan desaparecer o disminuyan el riesgo de la calidad del agua,

que puedan incluir tecnologías superiores, pudiendo inclusive suspender las autorizaciones que se hubieran otorgado al efecto. En caso de que el vertimiento afecte la salud o modo de vida de la población local, la Autoridad Nacional suspende inmediatamente las autorizaciones otorgadas.

Corresponde a la autoridad sectorial competente la autorización y el control de las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje urbano o alcantarillado.

CONCORDANCIAS: R.J. N° 0291-2009-ANA

Artículo 80.- Autorización de vertimiento

Todo vertimiento de agua residual en una fuente natural de agua requiere de autorización de vertimiento, para cuyo efecto debe presentar el instrumento ambiental pertinente aprobado por la autoridad ambiental respectiva, el cual debe contemplar los siguientes aspectos respecto de las emisiones:

1. Someter los residuos a los necesarios tratamientos previos.
2. Comprobar que las condiciones del receptor permitan los procesos naturales de purificación.

La autorización de vertimiento se otorga por un plazo determinado y prorrogable, de acuerdo con la duración de la actividad principal en la que se usa el agua y está sujeta a lo establecido en la Ley y en el Reglamento.

Artículo 81.- Evaluación de impacto ambiental

Sin perjuicio de lo establecido en la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, para la aprobación de los estudios de impacto ambiental relacionados con el recurso hídrico se debe contar con la opinión favorable de la Autoridad Nacional.

Artículo 82.- Reutilización de agua residual

La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca, autoriza el reúso del agua residual tratada, según el fin para el que se destine la misma, en coordinación con la autoridad sectorial competente y, cuando corresponda, con la Autoridad Ambiental Nacional.

El titular de una licencia de uso de agua está facultado para reutilizar el agua residual que genere siempre que se trate de los mismos fines para los cuales fue otorgada la licencia. Para actividades distintas, se requiere autorización.

La distribución de las aguas residuales tratadas debe considerar la oferta hídrica de la cuenca.

Artículo 83.- Prohibición de vertimiento de algunas sustancias

Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

A8. RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUA



ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE PRUEBA DE ENSAYO N° 021-2012-M/DCC

SOLICITANTE : Bach. Ing. Ambiental ALIM PINEDO GONZALEZ
PROCEDENCIA : Propuesta para el uso reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda
PUNTO DE MUESTREO : 02-Intermedio del proceso
ENVASE : 02 frascos de vidrio estéril boca ancha (300 mL)
FECHA DE MUESTREO : 11-10-2012
HORA DE MUESTREO : 16:45
FECHA DE EMISIÓN : 15-10-2012

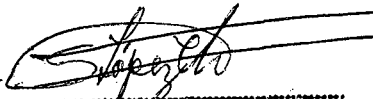
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
1	Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0	0
2	Coliformes Totales	UFC/100mL	0	0

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
1	Turbiedad	UNT	512	5
2	Cloro Residual	mg/L	0.80	≥ 0.5
3	pH	-----	8.62	6.5-8.5
4	Conductividad	mg/L	756	1500
5	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	378	1000
6	Color	Pt/Co	62	15
7	Dureza	mg/L	12.54	500




Samuel López Chávez
JEFE DPTO. CONTROL DE CALIDAD



ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE PRUEBA DE ENSAYO N° 020-2012-M/DCC

SOLICITANTE : Bach. Ing. Ambiental ALIM PINEDO GONZALEZ
PROCEDENCIA : Propuesta para el uso reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda
PUNTO DE MUESTREO : 01-Ingreso al Proceso
ENVASE : 02 frascos de vidrio estéril boca ancha (300 mL)
FECHA DE MUESTREO : 11-10-2012
HORA DE MUESTREO : 16:38
FECHA DE EMISIÓN : 15-10-2012

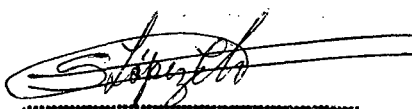
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
1	Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	70	0
2	Coliformes Totales	UFC/100mL	108	0

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
1	Turbiedad	UNT	1.69	5
2	Cloro Residual	mg/L	0	≥ 0.5
3	pH	----	7.48	6.5-8.5
4	Conductividad	mg/L	41.4	1500
5	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	20.6	1000
6	Color	Pt/Co	25	15
7	Dureza	mg/L	6.75	500




Samuel López Chávez
JEFE DPTO. CONTROL DE CALIDAD

A9. RESOLUCION DE EJECUCION DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE ECOLOGÍA



COMISIÓN ORGANIZADORA DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA

Moyobamba, 05 de Abril del 2011.

RESOLUCIÓN N° 0065-2011-UNSM-T/COFE-MOY

Visto el Expediente N° 1136 de fecha 03-05-2011; y el Expediente N° 1164 de fecha 04-05-11; presentado por los miembros de jurado de tesis, sobre ejecución de proyecto de tesis.

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 18° de la ley universitaria N° 23733, y los Artículos del 15° al 29°; del Reglamento de Grado Académico de Bachiller y Título Profesional de la Facultad de Ecología; aprobado mediante Resolución N° 0097-2008-UNSM/F.E-MOY; se establece el procedimiento para la presentación, sustentación y aprobación de proyecto de tesis.

Que, estando de conformidad con lo opinado y acordado en sesión ordinaria de la Comisión Organizadora de la Facultad de Ecología de fecha 04-05-2011, y en uso de las atribuciones conferidas por ley.

SE RESUELVE:

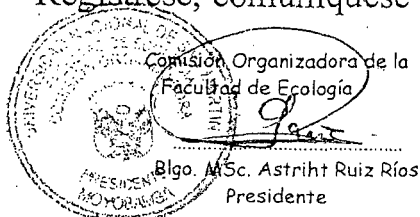
Artículo 1°.- Aprobar la Ejecución del proyecto de Tesis Titulado: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE FITOHORMONAS Y REGULADORES NATURALES DE CRECIMIENTO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE CINCO ESPECIES FORESTALES MADERABLES, EN EL VIVERO AGROFORESTAL DEL I.E.S.T.P. NOR ORIENTAL DE LA SELVA, TARAPOTO-SAN MARTIN, 2011"; inscrito con código N° 06050211, presentado por el estudiante WELINTON VALLES LOPEZ, asesorado por el Ing. RUBEN RUIZ VALLES.

Artículo 2°.- Aprobar la Ejecución del proyecto de Tesis Titulado: "PROPUESTA PARA EL USO, REUSO Y RECICLAJE DEL AGUA RESIDUAL EN UNA VIVIENDA"; inscrito con código N° 06050311, presentado por el estudiante ALIN PINEDO GONZALES, asesorado por el Ing. MSc. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA.

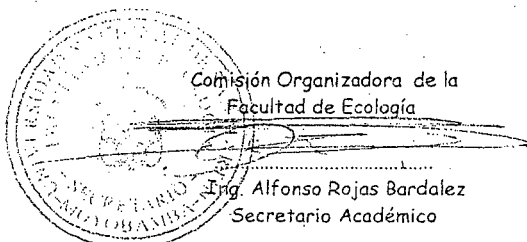
Artículo 3°.- Dar a conocer al Departamento Académico y a la Comisión Grados, Títulos y Práctica Pre profesional, para su conocimiento, registro y control.

Artículo 4°.- Dar cuenta de la presente resolución al señor Vicerrector Académico de la UNSM-T, para que gestione ante el Consejo Universitario para su ratificación respectiva.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Blgo. MSc. Astriht Ruiz Ríos
Presidente



Ing. Alfonso Rojas Bardalez
Secretario Académico

A10. ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE ECOLOGIA
Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental

ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las **siete de la noche del día viernes 14 de Diciembre del Dos Mil Doce**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Blgo. Pesq. ESTELA BANCES ZAPATA
Ing. M.Sc. MIRTHA FELICITA VALVERDE VERA
Econ. WILHELM CACHAY ORTIZ

PRESIDENTE
SECRETARIO
MIEMBRO

Ing. M.Sc. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA

ASESOR

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado **"PROPUESTA PARA EL USO, REUSO Y RECICLAJE DEL AGUA RESIDUAL EN UNA VIVIENDA"**, presentado por el Bachiller en Ingeniería Ambiental **ALIN PINEDO GONZALEZ**; según **Resolución N° 0065-2011-UNSM-T/COFE-MOY** de fecha **05 de Mayo del 2011**.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran :..... APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo de :..... BUENO y nota CATORCE (14).

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las..... 21:00horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Blgo. Pesq. ESTELA BANCES ZAPATA
Presidente

Ing. M.Sc. MIRTHA F. VALVERDE VERA
Secretario

Econ. WILHELM CACHAY ORTIZ
Miembro

Ing. M.Sc. YRWIN F. AZABACHE LIZA
Asesor

A11. MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

DATUM DEL MARAÑON

ALTO AMAZONAS

MOYOBAMBA

PINTO RECODO

**AQUÍ SE DESARROLLO EL
PROYECTO**

CAYNARACH

SAN JOSE DE CUMBAZ

TABALOSO

ALONSO DE ALVARADO

**LAMAS
SHANAO**

RUMISAPA

EL DORADO

ZAPATERO

SAN MARTIN

CUNUMBUQUI

HUALLAGA BELLAVISTA

PICOTA

UCAYALI

